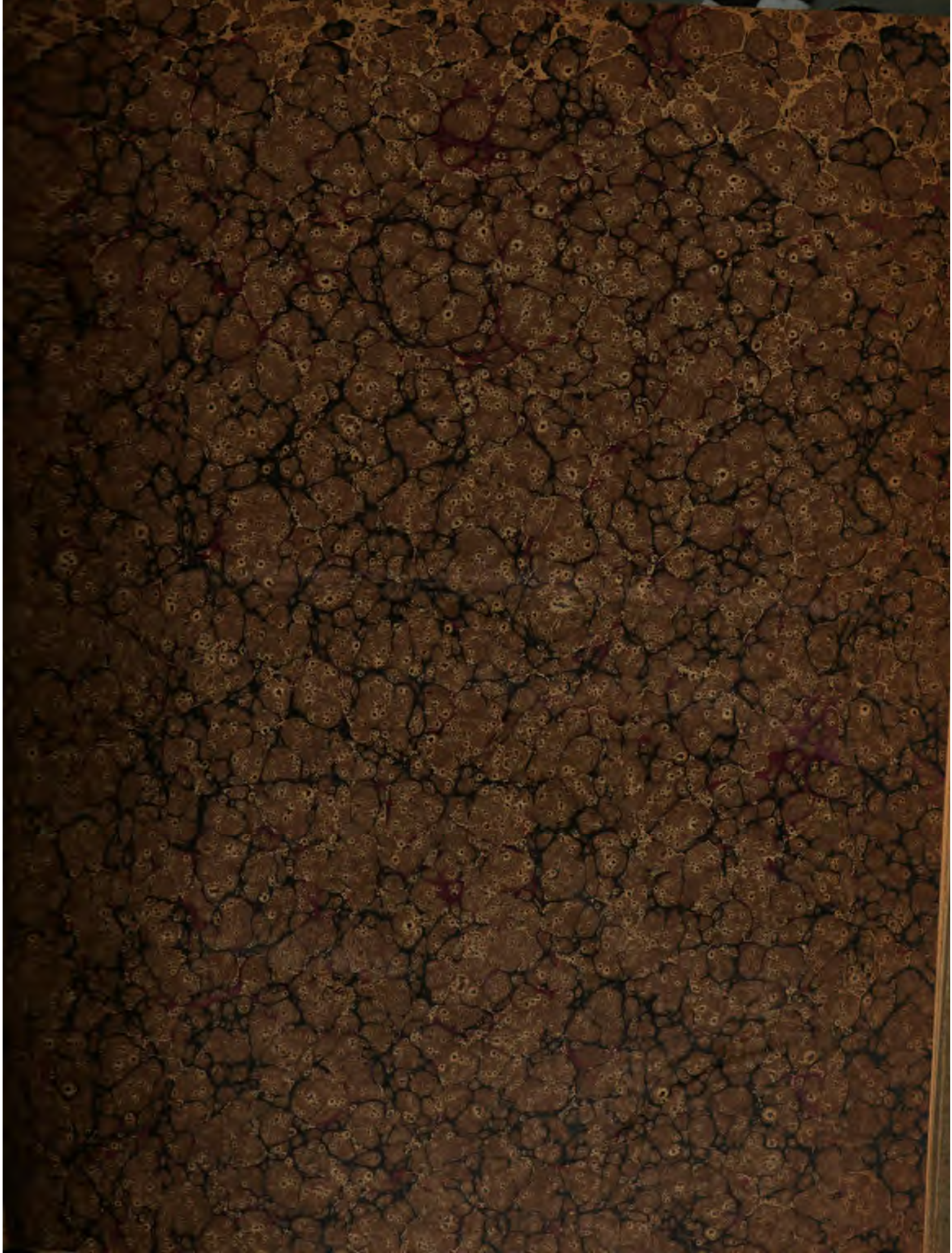




LA

REVUE SCIENTIFIQUE


Quantin
S. Benoit 7 à Paris

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

COLLÈGE DE FRANCE
MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE — SORBONNE — ÉCOLES DE PHARMACIE
FACULTÉS DE MÉDECINE — SOCIÉTÉS SAVANTES
FACULTÉS DES SCIENCES — UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES
CONFÉRENCES LIBRES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Avec 50 figures intercalées dans le texte

TROISIÈME SÉRIE — TOME III

TOME XXIX DE LA COLLECTION

2e ANNÉE — 1er SEMESTRE

JANVIER 1882 A JUILLET 1882

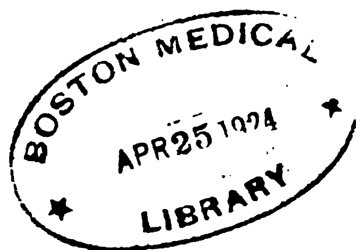
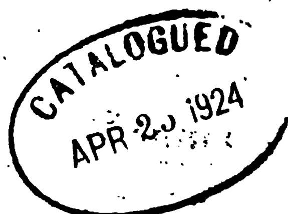
PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1882


BOSTON MEDICAL
APR 25 1924
LIBRARY

CATALOGUED
APR 2 1924

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3ᵉ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3ᵉ SÉRIE — 2ᵉ ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 1 7 JANVIER 1882

BIOGRAPHIES SCIENTIFIQUES

L'œuvre de Henri Sainte-Claire Deville.

Étienne-Henri Sainte-Claire Deville est né le 11 mars 1818, dans l'île danoise de Saint-Thomas des Antilles, où son père était alors consul de France. Mais c'est à Paris, au collège Rollin, qu'il fit ses études en même temps que son frère Charles, géologue éminent que l'Académie des sciences a perdu il y a peu de temps, et qui avait seulement quelques années de plus que lui.

Son esprit était largement ouvert; mais ses goûts le portaient surtout vers la chimie et les sciences naturelles. Aussi, en poursuivant ses études médicales, il se livrait, dans un petit laboratoire particulier qu'il s'était fait construire rue Monsieur-le-Prince, à des recherches de chimie qui dénotent une vocation véritable. Ses « Recherches sur l'essence de térébenthine » datent de 1839. Il avait alors vingt et un ans. Il les a continuées en 1840, et, en 1841, une commission de l'Académie des sciences, composée de Thénard, Pelouze et de M. Dumas, rapporteur, résumait ainsi les recherches du jeune savant : « Les difficultés du sujet abordé par l'auteur, le soin consciencieux apporté à toutes ses expériences et la nouveauté de quelques-uns de ses résultats ont déterminé la commission à proposer à l'Académie d'insérer son mémoire dans le *Recueil des savants étrangers.* »

C'était une rare distinction pour un savant de cet âge; mais nous ne nous serions pas arrêtés sur ce mémoire, qui n'a qu'une faible importance dans l'œuvre du futur maître, si l'on n'y voyait apparaître déjà, comme le fait ressortir avec précision M. Dumas, certaines qualités maîtresses de Henri Sainte-Claire Deville, le *soin consciencieux* apporté à toutes ses recherches et l'*habileté à vaincre les difficultés,* dont il a donné tant de preuves dans sa vie. Nous allons voir bientôt son esprit inventif se développer et acquérir une puissance que peu de savants ont surpassée.

En 1841, il continue ses recherches de chimie organique et publie une « Note sur l'essence d'élémi », des recherches sur les résines, une *Étude sur le baume de Tolu,* où il découvre et étudie avec sa précision habituelle un hydrocarbure, devenu depuis l'un des corps les plus importants de la chimie organique, le *toluène,* homologue immédiatement supérieur de la benzine et qui en possède les propriétés essentielles. C'est avec un mélange de ce toluène et de benzine qu'on a produit plus tard cette magnifique matière colorante si connue sous le nom de *fuchsine,* la première de ces innombrables matières colorantes que la chimie a su tirer des goudrons de houille. Comme on le voit, ce sont les recherches de chimie organique qui l'attirent au début de sa carrière.

Berzélius et les chimistes du commencement de ce siècle semblaient avoir épuisé le champ de la chimie minérale, tandis qu'au contraire les travaux de M. Chevreul sur les corps gras, et surtout ceux de M. Dumas sur les éthers, avaient donné à la chimie organique un essor prodigieux qui ne s'est pas encore ralenti. Les découvertes de M. Dumas, de Regnault, de Pelouze et des plus jeunes chimistes qui marchaient sur leurs traces, Laurent, Gerhardt et Cahours, pour ne parler que de nos compatriotes, montraient toute la fécondité des nouvelles études. Il y avait là de quoi séduire une nature ardente, énergique et éprise de gloire comme la sienne. Il s'était donc précipité avec ardeur dans la voie qui conduisait à tant de régions inexplorées. Ses premiers essais marquaient déjà sa place parmi les maîtres futurs de la chimie organique; il va cependant bientôt abandonner ces études et devenir le chef incontesté de la chimie minérale.

En 1844, l'Université, pour arriver à une décentralisation scientifique bien désirable pour le pays, essayait d'augmenter le nombre des Facultés des sciences dans de grandes

villes de province. Mais la principale difficulté était de trouver un personnel enseignant parmi les savants peu nombreux qui consentaient à quitter Paris. Il fallait de toute nécessité recourir à de jeunes talents, Thénard, qui administrait, avec autant de discernement que de justice, les sciences physiques au conseil supérieur de l'Université, se connaissait en chimistes; il envoya Henri Sainte-Claire Deville, déjà docteur ès sciences et docteur en médecine, à Besançon, en qualité de doyen, en lui donnant des collègues tels que le regretté Delesse et M. Puiseux, jeunes et pleins d'avenir comme lui, et qui sont devenus plus tard ses confrères à l'Académie.

Le jeune doyen (il avait alors vingt-six ans) allait bientôt voir sa science mise à l'épreuve pour la solution d'une de ces questions délicates qui intéressent à un haut degré l'hygiène de nos grandes villes. Il s'agissait d'analyser les eaux du Doubs et des sources voisines de la ville de Besançon, pour juger de leur valeur au point de vue de l'alimentation publique. Ses études ne l'avaient pas préparé à de telles recherches. La chimie organique n'emploie, en effet, que des méthodes simples et peu nombreuses pour le dosage des éléments des corps qu'elle étudie. La véritable difficulté de ces recherches — et elle est très grande — consiste à dégager dans un état de pureté suffisant les combinaisons que l'on veut analyser, des mélanges souvent complexes qui se produisent dans les opérations où elles se sont formées. Au contraire, en chimie minérale, une substance parfaitement définie et de composition relativement simple, peut être très difficile à analyser par le défaut de méthodes propres à séparer les éléments qui la constituent. En fait, l'analyse minérale est un métier difficile et ingrat, cependant indispensable à apprendre pour quiconque veut aborder avec succès l'étude des composés minéraux!

C'est ce que Deville avait admirablement compris, et il n'était pas homme à reculer devant les difficultés d'un tel apprentissage. Non seulement il traitait, suivant les désirs du conseil municipal de Besançon, la question particulière soumise à son examen; mais, dans un beau mémoire publié en 1847 « sur la composition des eaux potables », il faisait connaître une méthode, nouvelle en plusieurs points, d'analyse des eaux des fleuves et des sources, et démontrait en même temps, de la façon la plus précise, la présence constante dans ces eaux de la silice et des azotates alcalins qu'on n'y avait signalés jusqu'alors que dans quelques circonstances particulières. C'est une observation dont la grande importance, au point de vue de l'action fertilisante des eaux, a été mise en relief par M. Boussingault.

Dans le cours de ces longues et patientes recherches, Deville avait eu l'occasion de réfléchir longuement aux difficultés et aux lenteurs de l'analyse minérale, et il s'était préoccupé d'y remédier, sinon d'une manière générale, au moins en ce qui concerne l'analyse des principaux minéraux qui composent l'enveloppe solide de notre globe. La première condition, et l'on peut dire la seule indispensable d'une méthode de recherches, c'est l'exactitude. Henri Sainte-Claire Deville ne l'a jamais oublié; mais ce qui caractérise celles qu'il a imaginées, c'est la réunion de l'exactitude, de l'élégance et de la rapidité. Mais les essais commencés dans cette voie à Besançon ne furent menés à bonne fin que quelques années plus tard, dans son laboratoire de l'École normale; nous y reviendrons tout à l'heure.

C'est en 1849 qu'il a réalisé, dans son laboratoire de Besançon, la préparation de l'acide azotique anhydre. Ce travail a eu sur sa vie scientifique la plus heureuse influence : il mérite à tous égards de nous arrêter un instant.

L'acide azotique et tous les acides monobasiques, c'est-à-dire ceux qui ne donnent avec les bases qu'une seule espèce de sels, n'avaient jamais pu être obtenus à l'état anhydre, tandis qu'il est facile d'obtenir à cet état les acides donnant plusieurs espèces de sels, tels que les acides sulfurique, phosphorique, etc. Cette propriété de ne former qu'une seule espèce de sels avait-elle pour conséquence nécessaire de rendre leur déshydratation impossible? Gerhardt et d'autres chimistes le pensaient alors. Mais Henri Sainte-Claire Deville a toujours été peu sensible aux arguments purement théoriques, souvent contestables, et par une réaction simple bien connue des chimistes (l'action du chlore sur l'azotate d'argent bien desséché), mais dont l'exécution exigeait une incomparable habileté, il isolait l'acide azotique anhydre en cristaux aussi beaux que ceux du sucre candi.

Gerhardt, amené par cette découverte à modifier ses vues théoriques et à doubler la formule des acides anhydres monobasiques, avait, quelques années après, la gloire d'imaginer une méthode générale de préparation des acides monobasiques de la chimie organique, tels que les acides acétique et benzoïque, que la méthode de Deville ne permettait pas d'obtenir à cause des réactions secondaires du chlore.

Mais revenons à Deville. En 1851, Balard, appelé au Collège de France, laissait vacante la place de maître de conférences à l'École normale, où il avait inauguré un enseignement vraiment scientifique de la chimie. Deville fut appelé à lui succéder. Il y arrivait plein d'ardeur, sans se préoccuper de l'extrême modicité du traitement attaché à ces fonctions (1), quoiqu'à cette époque des revers de fortune et les charges d'une famille croissante eussent pu faire à d'autres, moins énergiques et moins désintéressés que lui, une loi de conserver une position plus lucrative. Quelques années plus tard, il avait installé à l'École normale le grand laboratoire qu'il a rendu célèbre par tant de travaux, où il a fait école, et qui a été le premier établissement de ce genre que nous ayons eu en France, alors que l'Allemagne avait déjà doté depuis longtemps les universités de ses petites villes d'immenses laboratoires et de puissants instruments de travail.

Aujourd'hui que les pouvoirs publics, mieux inspirés, pourvoient avec une sage libéralité aux besoins croissants de la science, on s'imagine difficilement les difficultés de toute espèce que Deville a eu à surmonter pour obtenir ses premiers instruments de travail, et pour arracher à l'admi-

(1) Le traitement des maîtres de conférences de l'École normale a été longtemps de 3000 francs. Les dépenses du laboratoire pour les élèves, le maître et le préparateur ne dépassaient pas 1800 francs.

nistration d'alors un budget de laboratoire qui paraîtrait aujourd'hui dérisoire.

Plus tard, sa découverte de l'aluminium lui avait valu auprès du pouvoir une influence que peu de savants ont possédée, et qu'il avait toujours vue grandir, parce qu'il ne s'en était jamais servi dans un but personnel. Elle lui a permis peu à peu de vaincre la routine obstinée qui s'était toujours opposée à la création de ces grands laboratoires, dont l'utilité est universellement reconnue aujourd'hui, mais que demandaient en vain à cette époque les hommes les plus éminents de notre pays.

Le premier mémoire de Deville, au laboratoire de l'École normale, est relatif à un ensemble de combinaisons formées par les carbonates métalliques et les carbonates alcalins. Il est particulièrement intéressant par les méthodes d'analyse qu'il y emploie et qui lui permettent de doser d'une manière simple et exacte tous les éléments de ces composés.

La somme des poids de ces éléments doit nécessairement reproduire le poids de la matière employée, ce qui fournit contre toute erreur possible une vérification précieuse, qui manquait trop souvent aux déterminations analytiques. L'esprit rigoureux de Deville voulait introduire cette vérification dans le dosage des silicates naturels ou artificiels, si nombreux et si importants. Mais il fallait changer absolument les méthodes jusqu'alors en usage, qui ne s'y prêtaient en aucune façon, et en imaginer de nouvelles. C'est ce qu'il fit avec un rare bonheur en créant cette méthode qu'il a désignée sous le nom de voie moyenne parce qu'elle emprunte ses procédés, partie à la voie sèche, partie à la voie humide.

Autrefois, pour analyser un silicate (presque toujours inattaquable par les acides), on le fondait d'abord avec un carbonate de potasse ou de soude et l'on attaquait le verre ainsi obtenu par un acide, qui en dissolvait les oxydes métalliques et laissait la silice à l'état insoluble. La solution des oxydes était analysée par des précipitations successives. Ce procédé ne permettait pas de doser, dans les silicates, l'alcali du carbonate que l'on avait employé.

A. Laurent, en vue du dosage des alcalis, avait imaginé d'attaquer les silicates par l'acide fluorhydrique en présence de l'acide sulfurique. La silice s'échappait, à l'état de fluorure de silicium gazeux, les alcalis restaient à l'état de sulfates solubles. Mais, même dans ce cas, on ne dosait dans la liqueur que la potasse, quand la matière contenait de la magnésie, car on n'avait à cette époque aucun procédé réellement commode de séparer la magnésie de la soude.

L'analyse des silicates était donc longue, difficile et incertaine; et si des chimistes tels que Vauquelin et Berzélius avaient heureusement surmonté toutes les difficultés par leur incomparable habileté, la complication de leurs méthodes était de nature à éloigner plus d'un chimiste de l'analyse minérale.

Deville, dans sa nouvelle méthode, fond le silicate à analyser avec de la chaux et dissout le produit dans l'acide azotique étendu; puis, par des calcinations ménagées et l'emploi exclusif de réactifs volatils ou destructibles par le feu sans résidu, il élimine successivement la silice, l'alumine et le fer, la chaux et la magnésie, sous forme de précipités faciles à laver par décantation.

Les alcalis séparés des autres bases se dosent sans difficulté. La seule dérogation à l'emploi des réactifs volatils est la fusion avec la chaux, facile à éliminer dans le cours de l'analyse. Il devient alors aisé de s'assurer de l'exactitude des diverses séparations et de celle de l'analyse totale.

Ce travail, de la plus haute importance au point de vue de l'analyse, n'a pas été apprécié à sa juste valeur, à l'époque où il a paru. Plus d'un ami de Deville regrettait que l'auteur de la brillante découverte de l'acide azotique anhydre entrât si avant dans un ordre de recherches dont l'importance ne se justifiait pas par des résultats immédiats, comparables à ceux de ses premiers travaux.

Mais en l'engageant davantage dans la chimie minérale, elle lui avait montré tout ce qui restait à faire dans cette partie de la chimie que l'on croyait épuisée à cette époque. Deville avait bientôt pu se convaincre que, seules, les méthodes anciennes avaient usé leur puissance, mais que des méthodes nouvelles, convenablement appliquées, conduisaient à des résultats aussi importants qu'inattendus. A partir de 1854 se succèdent, en effet, ses mémorables recherches sur l'*aluminium*, sur le *bore* et le *silicium*; sur les *métaux du platine* et sur plusieurs métaux réfractaires, tels que le *nickel*, le *cobalt*, le *chrome* et le *manganèse*; sur la *reproduction des espèces minérales*, etc., qu'il a publiées soit seul, soit en collaboration avec l'illustre Wöhler, soit avec plusieurs des élèves qu'il a formés dans son laboratoire, Debray, Troost et Caron.

L'aluminium a été isolé par Wöhler en 1827. L'alumine qui est son oxyde n'étant pas décomposée par le charbon comme son isomorphe l'oxyde de fer, il a fallu pour isoler le métal passer par le chlorure, qu'Erstedt était parvenu à préparer par l'action simultanée du chlore et du charbon sur l'alumine, et décomposer ce chlorure par les métaux alcalins. Cette découverte de Wöhler, comme celle des métaux alcalins de H. Davy, fait époque dans l'histoire de la chimie, car la méthode qu'il a inventée a permis en effet d'isoler tous les métaux terreux qui avaient résisté jusque-là aux anciennes méthodes.

Mais le métal ainsi isolé était une poudre très altérable à cause de son état d'extrême division et aussi parce qu'elle était mélangée avec du potassium ou même du chlorure d'aluminium en excès. On n'avait donc jamais pensé qu'on pût jamais tirer parti d'une telle matière.

En 1845, Wöhler était revenu sur cette préparation et en opérant sur des masses plus considérables, il avait obtenu de petits globules manifestement métalliques, mais dont il n'avait pas étudié suffisamment les propriétés particulières. Le second travail de Wöhler n'apportant dans la question aucun élément essentiel nouveau avait peu frappé les chimistes.

Deville ignorait, comme beaucoup d'autres chimistes, ce dernier travail de son prédécesseur. D'ailleurs, cette circonstance n'aurait eu aucune influence sur le cours des choses, car il ne cherchait point l'aluminium, pour tirer un parti

pratique quelconque de ses propriétés, mais bien pour s'en servir à la production d'un protoxyde d'aluminium, qu'il croyait pouvoir exister dans la nature minérale au même titre que le protoxyde de fer. L'aluminium qu'il voulait préparer, par sa réaction ultérieure sur le chlorure ordinaire, devait donner le protochlorure, d'où il pensait dériver les autres composés de protoxyde d'aluminium.

Mais ce protochlorure ne se produisit pas dans ses expériences, et il obtint, au milieu d'une masse de chlorure double d'aluminium et de potassium, très fusible et volatile au rouge, de beaux globules d'une substance brillante, ductile et malléable et d'une légèreté inconnue chez les métaux susceptibles d'applications usuelles. Chose singulière, ce métal tiré d'un oxyde tellement stable, qu'on n'avait pu le décomposer que par des méthodes détournées, était difficilement oxydable, à ce point qu'on pouvait le fondre dans un moufle sans l'oxyder. L'acide azotique l'attaquait à peine, mais l'acide chlorhydrique et la potasse le dissolvaient facilement avec dégagement d'hydrogène.

L'argile, qui est une des matières les plus abondantes de la nature, se trouvait donc contenir le quart environ de son poids, d'un métal aussi léger que la porcelaine, et d'une inaltérabilité bien plus grande que celle des métaux communs. Ces propriétés, signalées pour la première fois, donnaient à sa découverte une importance particulière. Les métaux jouent par eux-mêmes et par leurs alliages un rôle si important dans le développement de l'industrie (et on peut dire de la civilisation) que ce sera toujours une grande gloire que d'ajouter un nouveau corps à la liste des métaux utiles.

Mais pour acquérir cette gloire, il fallait produire l'aluminium en grand, à un prix raisonnable. Incité de divers côtés, encouragé par le chef de l'État, craignant de voir passer en d'autres mains l'honneur de sa découverte, Henri Sainte-Claire se mit aussitôt à la recherche de procédés économiques de préparation de l'aluminium.

La tâche était particulièrement difficile; il fallait toute son activité et sa merveilleuse habileté pour la mener à bien. On ne peut isoler ce métal de certaines de ses combinaisons, chlorure et fluorure, que par les métaux alcalins, et au moment où Henri Sainte-Claire Deville entreprenait ses recherches, le seul métal alcalin bien connu, le potassium, coûtait 900 francs le kilogramme; il était en outre d'un maniement dangereux et ne donnait en aluminium qu'un faible rendement.

Le premier kilogramme de ce métal a coûté certainement plus de 30 000 francs. Aujourd'hui, l'aluminium est descendu à un prix inférieur à 100 francs, qui lui assure, ainsi qu'à son alliage, le bronze d'aluminium, une consommation certaine et de plus en plus grande dans la mécanique de précision; le potassium est remplacé par le sodium, plus facile à préparer et produisant le même effet chimique que le potassium, sous un poids moindre avec un prix peu élevé (10 francs le kilogramme).

Par ce perfectionnement considérable dans la préparation du sodium, Deville a rendu aux chimistes un immense service. Ils ont pu, depuis cette époque, effectuer avec ce puissant réactif une foule d'opérations qui ont eu sur la marche de la science une heureuse influence.

Ce n'est pas le seul service que la préparation industrielle de l'aluminium ait rendu à la science. C'est avec ce métal que Deville a isolé le silicium et le bore sous leur forme adamantine, ce qui a complété heureusement les analogies physiques de ces corps avec le charbon. L'étude plus approfondie du silicium et surtout les travaux de M. Friedel ont également complété leurs analogies chimiques.

Nous n'entrerons ici dans aucun détail sur ces travaux : nous rappellerons seulement, pour montrer que chez Deville le caractère était à la hauteur du talent, que les recherches sur le bore ont été publiées en collaboration avec Wöhler dont il était devenu l'ami à la suite de sa découverte des propriétés de l'aluminium (1).

Ses recherches sur le platine et ses congénères qui ont suivi de près son grand travail sur l'aluminium ont été exécutées en commun avec son élève M. Debray. Elles ont été reprises plus tard à l'occasion des travaux de la commission du mètre qui a adopté, pour la confection des étalons de mesure et de poids, l'alliage de platine et d'iridium, à 10 pour 100 de ce dernier, à raison de son inaltérabilité et de ses précieuses qualités physiques. Ce long et pénible travail a eu non seulement pour but la fusion du platine et de ses alliages, mais la préparation à l'état de pureté des six métaux qui entrent dans la mine de platine, dans l'osmiure d'iridium et aussi l'analyse des alliages naturels ou artificiels, et des résidus de toute espèce par des méthodes nouvelles et plus certaines que les anciennes. On se convaincra facilement du progrès réalisé, si l'on remarque que le platine, l'iridium et l'osmium, qui sont les plus lourds des métaux connus, ont pris dans ces recherches des densités bien plus considérables que celles obtenues jusqu'alors, ce qui montre qu'on en a mieux éliminé les métaux relativement légers, palladium, rhodium et ruthénium.

L'osmium ne peut être confondu avec aucun autre élément, puisqu'il donne un acide volatil à 100°, facile à séparer des autres métaux par une simple ébullition de la dissolution qui les contient. Le métal qu'on en retire est le plus lourd de tous les corps connus; sa densité est 22,447.

Après lui vient l'iridium ($D = 22,38$) qu'il est facile de séparer *absolument* du platine en fondant le platine iridié avec du plomb dans lequel l'iridium cristallise. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau régale et se séparent facilement du platine par ce réactif. L'iridium est si peu fusible qu'il ne peut

(1) On avait essayé en Allemagne, à cette époque, d'indisposer Wœhler contre Deville, que l'on accusait de n'avoir pas cité le deuxième mémoire de son prédécesseur. J'ai dit la raison de cet oubli. J'ajouterai que l'idée de méconnaître les droits de Wœhler était si loin de son esprit honnête et généreux, que sa première pensée, quand il eut constaté la malléabilité du métal, fut de faire frapper une médaille d'aluminium, sur laquelle seraient gravés la date de la découverte de cet élément (1827) et le nom de l'inventeur. Cette pensée, il l'a réalisée aussitôt qu'il eut préparé le métal nécessaire. C'est de l'époque de la réception de cet envoi que date l'amitié mutuelle de ces deux grands chimistes, qui se sont, au grand profit de la science, rencontrés sur le même terrain.

être fondu qu'en petite quantité au chalumeau à hydrogène et oxygène. C'est le plus réfractaire de tous les métaux que l'on peut soumettre à l'action directe de la flamme oxhydrique. Le plus souvent, ce qu'on a fondu comme iridium était un alliage de ce métal avec les autres métaux du platine.

Ajoutons que, récemment, Deville et son collaborateur ont reproduit par synthèse le platine ferrifère non magnétique, le sulfure de ruthénium ou laurite et les osmiures de compositions diverses, en fondant, en présence de la pyrite à haute température, le platine, le ruthénium, ou un mélange d'osmium et d'iridium à proportions variables.

Il est peu de métaux sur lesquels Henri Sainte-Claire Deville n'ait fait d'originales et utiles observations. C'est depuis le travail qu'il a fait avec Caron sur le magnésium et sa préparation, que ce métal est devenu usuel; les propriétés remarquables du nickel et du cobalt ne sont connues que depuis qu'il a indiqué le moyen de les fondre à l'état de pureté, etc. Nous n'insisterons pas longtemps sur cet ensemble considérable des travaux qui ont nécessité la mise en œuvre de méthodes nouvelles et en particulier de moyens spéciaux de produire de hautes températures.

Pour les métaux réfractaires tels que le manganèse, le chrome, le nickel, le cobalt et le platine, il suffit de foyers chauffés au charbon et à l'air forcé, mais à la condition d'employer des creusets appropriés, n'apportant au métal aucune impureté. Ces creusets sont en chaux ou en magnésie; ils purifient le métal du silicium ou des autres substances acidifiables qu'ils peuvent contenir. Deville a obtenu ainsi le nickel et le cobalt, malléables, avec une ténacité bien supérieure à celle du fer lui-même.

Pour des matières comme le quartz et le bore, il a employé les creusets en charbon de cornue, matière absolument infusible aux températures que nous produisons et facile à protéger contre l'action oxydante des foyers.

Mais c'est surtout dans les travaux sur le platine et les métaux congénères, que ces moyens de chauffage ont acquis leur puissance maxima. Il suffira de rappeler que la commission du mètre a pu, en 1874, à l'aide de ces procédés fondre d'un seul coup 250 kilog. de platine iridié, encore plus difficile à fondre que le platine pur (1).

La reproduction des espèces minérales occupe une large place dans l'œuvre scientifique de Deville. On lui doit surtout plusieurs méthodes générales absolument nouvelles.

En soumettant de l'acide borique fondu à l'action des vapeurs du fluorure d'aluminium dans des vases en charbon de cornue fortement chauffés, Deville et Caron ont obtenu le corindon blanc (2), le rubis, le saphir oriental, l'émeraude orientale ou corindon vert, en ajoutant aux matières principales des quantités variables de fluorure de chrome.

(1) On peut encore citer, dans cet ordre de recherches, les travaux de Deville sur l'emploi du pétrole ou plutôt des huiles lourdes, comme combustible pouvant servir à la fusion des métaux au four à réverbère et au chauffage des chaudières à vapeur, des machines, des bateaux ou des locomotives.

(2) Il se forme de l'alumine cristallisée et du fluorure de bore gazeux.

Le fer oxydulé, le cymophane, la gahnite, le zircon, la staurotide (exempte de fer) ont été obtenus par cette intéressante méthode.

Il a donné également avec Caron un nouveau mode de préparation de l'apatite (chlorofluo-phosphate de chaux hexagonal), qui consiste à fondre du phosphate de chaux amorphe dans un creuset de charbon avec du fluorure ou du chlorure de calcium On obtient par cette méthode, non seulement l'apatite en cristaux très nets, mais aussi les composés correspondants de la baryte et de la strontiane, qui ont également la forme hexagonale.

En substituant au chlorure ou fluorure de calcium le sel correspondant de magnésium, on obtient une autre espèce naturelle, la wagnerite, qui est le type d'une nouvelle série de composés dans lesquels peuvent entrer tous les oxydes du groupe magnésien.

Citons encore un important mémoire sur les sulfures métalliques (pyrite de fer, pyrite cuivreuse, argent sulfuré, blende ordinaire ou hexagonale, greenockite, etc.), qu'il a publié avec un autre de ses élèves, M. Troost; quelques notes sur l'argent ioduré, l'argent bromuré, la lévyne, la phillipsite, etc.; et nous arrivons à la plus originale des méthodes mises en œuvre par Deville dans ses recherches minéralogiques.

Si l'on fait passer sur un oxyde métallique le sesquioxyde de fer amorphe, par exemple, chauffé au rouge, un courant extrêmement lent d'acide chlorhydrique gazeux, l'oxyde cristallise peu à peu et, dans le cas particulier qui nous occupe, prend toutes les apparences du fer oligiste de l'île d'Elbe. Il semble que l'acide chlorhydrique n'intervienne ici que par sa présence, modifiant moléculairement les substances qu'il rencontre, sans s'y combiner en partie.

L'oxyde d'étain, en prismes à base carrée avec toutes les formes de l'étain des filons, l'acide titanique en cristaux à base carrée, la magnésie (*périclase*), l'oxyde vert de manganèse, ont été obtenus de la même manière.

L'acide chlorhydrique peut donc être considéré comme un agent minéralisateur ; mais ce n'est point le seul gaz qui puisse remplir ce rôle important ; tous les éléments gazeux de nos émanations actuelles, l'hydrogène, l'hydrogène sulfuré, l'acide fluosilicique (1), peuvent, comme l'acide chlorhydrique, déterminer la formation et opérer le transport d'un grand nombre de minéraux de nos filons.

« Certainement (dit Deville), si j'avais voulu, au début de « mes expériences, considérer tous ces phénomènes comme « dus à ce que l'on appelle une action de présence, en rap- « porter la cause à la force catalytique, dont l'emploi est si « commode parce que sa définition est aussi élastique qu'on « le veut, je n'aurais pas été contredit (2). »

Mais, comme nous l'avons déjà dit, Deville ne s'est jamais contenté de ces explications vagues ; il a cherché longtemps

(1) M. Hautefeuille a ajouté depuis l'acide fluorhydrique à la liste de ces éléments gazeux.

(2) *Leçon sur la dissociation professée à la Société chimique*, p. 352, 1866.

l'explication de ces phénomènes qui lui a été apportée depuis par sa découverte de la dissociation (1).

Je citerai, comme appartenant au même ordre d'idées, le travail où Deville et M. Debray ont utilisé les variations de solubilité d'un grand nombre des composés minéraux, dans des milieux appropriés, pour les obtenir à l'état cristallisé. La plupart des carbonates, sulfures et autres composés réputés insolubles ont été ainsi transformés en cristaux sans qu'il ait été nécessaire d'avoir recours à des températures supérieures à 100.

Mais nous avons hâte d'arriver aux travaux de Henri Sainte-Claire Deville, qui se rapportent à la chimie générale. Son mémoire « sur les densités de vapeurs à haute température », exécuté en collaboration avec M. Troost, fait époque dans l'histoire de la détermination si importante des densités de vapeurs. Leur méthode, originale à plus d'un titre, complète heureusement celle de M. Dumas. Elle est employée aujourd'hui dans tous les laboratoires de recherches à la détermination de la densité de vapeurs des substances peu volatiles, vaporisables sans décomposition de 350 degrés à 1400 degrés. Les densités réelles du soufre, du sélénium, du tellure et des métaux volatils, tels que le cadmiun et le zinc, peuvent être maintenant déterminées dans des ballons de porcelaine aussi facilement que l'avait été celle de l'eau dans un ballon de verre.

On sait comment les anomalies que l'on croyait exister dans la composition des acides hydrogénés de la famille du soufre ont disparu à la suite de ces importantes déterminations qui n'ont pas fait disparaître toutefois les anomalies relatives à la vapeur du phosphore et de l'arsenic.

Leurs appareils à vapeur de mercure et de soufre, d'un emploi très commode, servent aujourd'hui couramment pour l'étude de tous les phénomènes que l'on veut étudier à une température fixe et déterminée. Tels sont, par exemple, les phénomènes de dissociation qui exigent des températures invariables longtemps maintenues, très difficiles à obtenir par toute autre méthode.

Nous passons sous silence bien d'autres travaux de Deville, intéressants à divers titres, et nous arrivons à la découverte capitale de la *dissociation*.

La théorie de la dissociation est sans contredit sa plus belle découverte. Il n'est pas inutile de rappeler comment elle s'est fait jour dans son esprit avant de prendre place parmi les vérités scientifiquement démontrées.

La combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène donne de l'eau en même temps qu'un énorme dégagement de chaleur capable de fondre le platine. Cependant Grove démontre qu'à une température inférieure à celle de sa fusion, le platine plongé brusquement dans l'eau la décompose en ses éléments hydrogène et oxygène, sans éprouver lui-même d'altération. On expliquait à cette époque l'expérience de Grove par un effet spécial du platine, une *force catalytique*. Mais pour Henri Sainte-Claire Deville, qui n'a jamais accepté dans son enseignement cette idée de forces occultes, une telle explication n'était que l'aveu de l'impuissance où l'on était d'assigner à ce phénomène sa véritable cause.

D'un autre côté, il remarquait que la combinaison des corps, en dégageant de la chaleur, donne naissance à un produit différent par ses propriétés de ses composants et dont il contient cependant toute la partie pondérable. C'était pour lui un changement d'état comparable à celui qui se manifeste quand la vapeur d'eau passe à l'état d'eau liquide en abandonnant une quantité considérable de chaleur. Il devait donc y avoir un rapprochement nécessaire entre ces deux ordres de phénomènes considérés alors comme absolument distincts.

Pour rester dans l'exemple choisi, remarquons avec lui que l'eau, liquide à la température ordinaire, émet des vapeurs dont la tension varie avec la température et croît avec elle. De même, la vapeur d'eau chauffée au delà d'une certaine température doit se décomposer partiellement en ses éléments, et en proportion d'autant plus forte que la température s'élève.

Pour une température donnée, la décomposition serait limitée, de même que la vaporisation de l'eau ; il y aurait, en un mot, une *tension de dissociation* qui limiterait le phénomène de la décomposition de l'eau, comparable à la *tension de vaporisation* qui limite la production de la vapeur. En élevant suffisamment la température, on arriverait à décomposer totalement l'eau, comme on arrive à vaporiser complètement ce corps. Dans certaines limites de température, la vapeur d'eau doit donc exister dans un état de décomposition variable qui augmente si l'on chauffe davantage, ou qui diminue jusqu'à cesser quand on abaisse suffisamment la température. C'est cet état variable qu'il a désigné sous le nom de dissociation. Ce mode de décomposition partielle, en complète opposition avec les idées reçues alors (1), explique facilement l'expérience de Grove ; mais il fallait en démontrer la réalité : c'est ce qu'il a fait, non seulement pour l'eau, mais encore pour l'acide carbonique, l'oxyde de carbone et pour bien d'autres composés. Nous regrettons de ne pouvoir décrire ici les ingénieuses et délicates méthodes à l'aide desquelles il a constaté ce groupement mobile des éléments de ces corps, soumis à l'influence des hautes températures.

Nous ne décrirons pas davantage celles qui ont été effectuées dans son laboratoire par ses élèves, MM. Debray, Troost, Hautefeuille, Isambert et Ditte, qui ont contribué aussi pour leur part à préciser et à développer la théorie de la dissociation, nous voulons seulement en indiquer quelques applications, puis en montrer toute la portée et toute la généralité.

L'acide sulfhydrique en excès chasse l'acide carbonique des dissolutions de carbonates alcalins, et inversement l'acide carbonique chasse, s'il est également en quantité suffisante, l'acide sulfhydrique des sulfures. Ces phénomènes inverses, attribués autrefois *à l'action de masse,* reçoivent

(1) *Leçon sur la dissociation professée à la Société chimique*, p. 345.

(1) On admettait sans preuves que chaque corps avait une température fixe de décomposition.

aujourd'hui une explication complète des lois établies par Deville. « Quand on fait passer de l'hydrogène sulfuré dans une solution de carbonate de potasse placée dans un flacon, le gaz s'y dissout d'abord, puis forme une atmosphère plus ou moins pure à la surface du liquide. L'acide carbonique dissous peut se diffuser dans cette atmosphère ; il est donc volatil dans l'acide sulfhydrique et par suite des lois de Berthollet, il doit être déplacé par ce dernier, et cela d'autant plus énergiquement que la tension de l'hydrogène sulfuré est plus grande dans le mélange gazeux qui est placé au-dessus du liquide, c'est-à-dire que le courant d'acide sulfhydrique a été plus longtemps continué. On peut dire que l'acide sulfhydrique dissous est fixe dans un milieu composé de sa propre substance et que l'acide carbonique y est volatil ; donc à la fin celui-ci devra être chassé par un acide fixe.

« Le même raisonnement fera voir que l'acide carbonique traversant une solution de sulfure de potassium le décomposera à la longue en formant au-dessus de la liqueur une atmosphère dans laquelle l'acide sulfhydrique pourra se diffuser ou se volatiliser, tandis que l'acide carbonique deviendra relativement fixe, et l'intensité d'action de ce dernier sera d'autant plus grande que sa tension sera plus considérable dans le mélange gazeux qui est en contact avec la surface du liquide. Je crois qu'on fait disparaître ainsi complètement la partie mystérieuse de ces phénomènes de masse (1). »

La même nature d'explication s'applique à bien d'autres réactions du même genre. Ce sont maintenant des faits trop connus pour qu'il soit nécessaire d'y insister plus longtemps.

Je n'insisterai pas davantage, et pour la même raison, sur la lumière que la théorie de la dissociation a jetée sur la constitution de certaines vapeurs complexes, sur les températures de combustion et sur bien d'autres phénomènes. Je parlerai seulement de son application à quelques-uns des grands phénomènes de la nature.

Si l'atmosphère ne contient qu'une quantité à peu près constante d'acide carbonique, comme l'a démontré récemment M. Reiset (3 dix millièmes environ du volume), cela tient à l'état de dissociation du bicarbonate de chaux, contenu dans la masse énorme d'eaux douces ou salées qui couvrent une partie considérable de notre globe.

Toute diminution dans la quantité d'acide carbonique de l'atmosphère est immédiatement compensée par une décomposition du bicarbonate de chaux, et celle-ci s'arrête quand la pression de l'acide carbonique atmosphérique a pris une valeur en rapport avec la température des lieux où s'opère le phénomène. Une augmentation notable, au contraire, entraînerait rapidement la dissolution d'une portion plus grande du carbonate de chaux du sol et sa transformation en bicarbonate avec rétablissement de la pression normale.

L'Océan devient donc un régulateur de la proportion de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère, grâce au jeu naturel de la dissociation, comme l'a montré récemment M. Schlœsing.

(1) *Leçons sur la dissociation*, p. 339 et 340.

La respiration des animaux met aussi en jeu ce phénomène. Le bicarbonate alcalin du sang, séparé seulement par une membrane de l'air introduit dans le poumon par le jeu de la respiration, se dissocie jusqu'au moment où cet air devient assez riche en acide carbonique pour limiter sa décomposition, qui s'effectue à travers les membranes à peu près comme elle le ferait à l'air libre. Cet air, singulièrement enrichi en acide carbonique, est expulsé, puis remplacé par celui de l'atmosphère, où la décomposition des bicarbonates recommence sans jamais s'épuiser, puisque le jeu naturel de l'organisme durant la vie est de produire dans la profondeur des tissus de l'acide carbonique qui passe à l'état de bicarbonates.

C'est à M. P. Bert qu'on doit cette remarquable application de la dissociation aux phénomènes de la vie.

Mais le mécanisme de la dissociation s'étend au delà du monde où nous vivons.

Nous savons que le soleil contient la plupart des éléments des combinaisons terrestres. Sans pouvoir préciser la température à laquelle ces éléments y sont portés, nous pouvons dire qu'elle dépasse tellement celles que nous produisons dans nos laboratoires, qu'on doit y supposer tous les corps possibles à l'état de dissociation très avancée, s'ils ne sont pas complètement décomposés. Si donc aucune cause extérieure ne vient réchauffer le soleil, cet astre devra se refroidir ; mais son refroidissement ne s'effectuera pas comme celui d'un corps solide incandescent qui rayonnerait de toutes parts sa chaleur. Il contient en puissance une provision incalculable de chaleur, qui se manifestera successivement, au fur et à mesure que, par une perte de sa chaleur actuelle, les combinaisons réalisables entre les éléments séparés s'effectueront. La dissociation de ces éléments deviendra, si l'on veut, de moins en moins complète, mais en fournissant d'énormes quantités de chaleur qui répareront successivement la chaleur perdue.

Ce qui se passe dans le refroidissement du soleil peut être comparé à ce qui se produirait, par exemple, si une masse considérable de vapeur d'eau à 100 degrés et maintenue à la pression constante de 760 millimètres venait à se refroidir par rayonnement ou par toute autre cause ; sa température resterait invariable, tant que la vapeur tout entière ne se serait point condensée en liquide à 100 degrés. Elle n'arriverait à cet état qu'après avoir dépensé, perdu, ce que l'on appelle encore aujourd'hui sa chaleur latente de vaporisation.

M. Lockyer va même plus loin : à la température solaire, les corps élémentaires que nous connaissons, métaux ou métalloïdes, seraient eux-mêmes décomposés en d'autres corps plus simples qui seraient les véritables éléments, la matière pondérable de l'univers. La quantité de chaleur en puissance dans le soleil comprendrait donc en outre la chaleur de décomposition des corps que nous désignons actuellement sous le nom de corps simples. Mais que cette source de chaleur latente existe ou n'existe pas, le phénomène général reste le même, et c'est toujours dans la dissociation qu'il faut chercher un régulateur (peut-être le seul) de la chaleur

solaire, un moyen simple utilisé par la nature pour maintenir dans une période de temps, difficile à calculer, la constance de sa température et de sa radiation.

Assurément, il reste encore plus d'un point à étudier dans tous les phénomènes dépendant de la dissociation ; les nombreux problèmes qu'ils soulèvent sont plus tôt posés que résolus ; mais leur importance est telle, que ce sera dans l'avenir une grande gloire pour Deville que d'avoir contribué à les poser et à les élucider.

Les résultats scientifiques purement pratiques, de même que les théories, perdent singulièrement de leur importance avec le temps ; le progrès incessant des sciences nous amène à mieux connaître et à mieux interpréter les faits, et nous découvre des perspectives que les théories, toujours incomplètes, n'avaient pas fait soupçonner. Ce n'est qu'en nous reportant dans le milieu où nos prédécesseurs ont vécu, en adoptant pour un instant leurs idées, s'il est possible, que nous parvenons à nous rendre compte du mérite de leurs conceptions et de la valeur de leurs travaux.

Les lois naturelles, au contraire, ont tout à gagner du temps, parce qu'il en étend les applications et en augmente par conséquent chaque jour l'importance. C'est pour cela que le nom de Deville n'a, dans l'avenir, rien à craindre de l'oubli (1).

DEBRAY,
Membre de l'Institut.

THÉRAPEUTIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

COURS DE M. G. HAYEM

Utilité de la transfusion du sang (2).

Messieurs,

La transfusion n'est pas encore entrée, permettez-moi cette expression, dans nos mœurs ; beaucoup d'entre vous termineront leurs études sans avoir assisté à aucune opération de ce genre. Les chirurgiens français, moins hardis ou moins téméraires que nos collègues étrangers, reculent devant une pratique thérapeutique dont les effets physiologiques ne sont encore connus que d'une manière fort imparfaite, dont l'utilité n'est pas nettement démontrée, dont les indications ne sont pas posées d'une façon précise.

La transfusion ne deviendra une opération courante que lorsque deux conditions auront été remplies, lorsque, d'une part, les conséquences physiologiques de ce mode d'intervention seront bien établies et que, d'autre part, on aura déterminé dans quel cas et jusqu'à quel point elle peut être utile.

C'est la dernière question que nous ayons à résoudre et elle n'est pas la moins importante. Les conditions dans lesquelles on a eu recours à cette opération sont tellement multiples que l'expérimentation ne saurait intervenir pour résoudre tous les problèmes cliniques ainsi soulevés. Ainsi pour prendre un exemple, elle ne peut évidemment nous fournir aucune donnée sur l'emploi de la transfusion dans l'aliénation mentale, préconisé par certains médecins italiens.

D'autre part, je sais bien que les résultats des expériences de saignées et de transfusions faites sur des animaux ne peuvent s'appliquer d'une manière rigoureuse à l'homme. Mais il ne faut pas vous attacher aux questions de doses et de résistance individuelle et ici, comme dans toutes les études de thérapeutique expérimentale, nous ne devons pas oublier que les faits physiologiques sont soumis chez les animaux et chez l'homme à des lois communes.

Or ce sont les faits d'ordre physiologique qui ont dû nous préoccuper avant tout.

Les anémies d'origine expérimentale nous fournissent un excellent terrain pour étudier les avantages de la transfusion.

Prenons le cas où ce genre d'intervention paraît le mieux indiqué, les hémorragies profuses menaçant l'existence. De ce que, dans un cas en apparence désespéré, cette opération a été suivie de guérison ou d'une amélioration soutenue, on ne peut avec certitude en conclure que le résultat obtenu soit le fait de la transfusion.

A quel criterium, en effet, reconnaître que le malade était perdu sans ressource au moment où la transfusion a été pratiquée, et de quel droit pouvons-nous rapporter à cette opération le bénéfice d'une guérison qui se fût peut-être produite par les seules forces de la nature ?

De même dans les anémies chroniques, comment établir, sans le secours de l'étude des modifications dans l'évolution et dans la constitution du sang, le résultat obtenu par la transfusion ?

L'expérimentation me semble donc pouvoir répondre aux deux questions principales qui se posent ici et que nous formulerons dans les termes suivants :

1° La transfusion est-elle utile dans les cas d'anémie aiguë, lorsque la perte du sang met la vie en danger, ou mieux encore lorsqu'il y a mort imminente ?

Dans le cas de réponse affirmative, à quel mode de transfusion doit-on donner la préférence ?

2° La transfusion est-elle utile dans les cas d'anémie chronique ?

A cette dernière question nous répondrons en énonçant les conclusions des expériences que nous vous avons exposées.

Au contraire, pour résoudre la première, il est nécessaire

---

(1) Cet article paraîtra prochainement dans le livre intitulé : *Agenda du chimiste*. Paris, Hachette, 1882. L'agenda de 1881 contiendra, outre beaucoup de déterminations nouvelles, une revue chimique de l'exposition d'électricité.

(2) Ces leçons sont extraites d'un livre qui paraîtra prochainement chez M. Masson. — Cours de thérapeutique expérimentale, 1881. *Leçons sur les modifications du sang*, par M. G. HAYEM, rédigées par M. *Dreyfus-Brisac*. — Nous avons déjà publié quelques-unes des leçons de M. Hayem. Voy. *Revue scientifique*, 11 déc. 1880, 8 janv. 1881.

de compléter notre étude expérimentale sur ce point spécial, assez important pour qu'on y revienne en détail.

Ici, il nous faut faire appel aux notions que nous avons acquises en étudiant les pertes de sang mortelles. Aujourd'hui très nombreuses sont les expériences où il est dit que les animaux saignés à mort sont revenus à la vie, grâce à la transfusion. Quelle foi faut-il accorder à ces faits de prétendue résurrection? C'est ce qu'il importe de discuter.

Nous avons vu que les animaux et l'homme peuvent perdre une quantité relativement très considérable de sang, avoir une syncope prolongée, se trouver en état de mort apparente et cependant revenir à la santé, sans aucune intervention. Dans ces cas, ce qu'il reste de sang dans l'organisme suffit pour l'entretien de la vie, jusqu'à ce qu'une poussée de nouveaux globules rétablisse définitivement l'équilibre sanguin. On peut donc se demander si tous les faits de résurrection par la transfusion sont bien imputables à cette opération.

D'un autre côté, si la transfusion n'intervient que pour faciliter la rénovation sanguine, son utilité devient discutable; et dès lors, en raison des difficultés qu'elle présente dans ces cas, il est malaisé d'affirmer qu'elle soit formellement indiquée.

Aussi, pour démontrer expérimentalement que la transfusion est utile dans l'anémie aiguë, qu'elle peut empêcher une mort imminente, il faut chercher tout d'abord à l'aide de quels signes on reconnaîtra qu'un animal doit forcément succomber à une hémorragie. Si, au moment où ces symptômes se produisent, l'injection de sang nouveau assure son rétablissement, la preuve sera faite de l'utilité de la transfusion dans ces circonstances.

Cette question préjudicielle ne semble avoir en aucune façon préoccupé les expérimentateurs. Or supposons le cas le plus simple, une hémorrhagie abondante chez un animal d'ailleurs sain. Vous connaissez tous les phénomènes, d'ailleurs variables, que l'on constate. En est-il un qui puisse servir de criterium d'une mort imminente? A cet égard, nous ne trouvons que dans un travail de M. Paul Bert une indication sur ce point. Après avoir passé en revue les phénomènes qui précèdent la mort, il montre que tous peuvent s'observer sans que la mort soit inévitable, tous, à l'exception d'un seul, les *grandes convulsions*. Chaque fois que ces dernières manifestations se produisent, le dénouement fatal est, d'après lui, certain.

Les faits que nous avons recueillis viennent à l'appui de cette manière de voir. Si quelques-uns de nos animaux ont succombé sans présenter de grandes convulsions, tous ceux qui ont présenté ces phénomènes sont morts.

Nous avons déjà décrit les grandes convulsions à propos de la mort par hémorragie. Revenons ici sur quelques particularités qu'elles présentent.

Le plus souvent, ces convulsions se montrent dans le cours même de la saignée, surtout si le sang coule bien et rapidement. Habituellement, ainsi que l'a vu M. Bert, dès qu'elles apparaissent, l'animal est condamné, alors même qu'on arrête l'hémorragie. Elles ont donc une signification précise, bien que, dans certains cas exceptionnels, les chiens soient morts sans présenter de convulsions.

Il faut éliminer de ces cas ceux dans lesquels les animaux sont restés attachés; ce qui est arrivé dans plusieurs de nos expériences qui n'avaient pas pour but de mettre en évidence les symptômes des hémorragies. Dans ces circonstances les convulsions ont pu se produire sans être remarquées, et il faut avoir soin, quand on veut poursuivre ces recherches, de détacher les animaux dès qu'après la première période d'agitation survient celle de résolution.

Dans quelques cas, l'hémorragie s'arrête avant les convulsions; le sang ne coulant plus, on débouche la canule; cette manœuvre demeurant sans effet, on retire cet instrument, et parfois l'artère reste béante sans que le sang coule de nouveau. Le plus souvent, au contraire, au bout de quelques instants, la circulation redevient plus active, et il se produit une nouvelle hémorragie qui conduit aux grandes convulsions. De même, si on ouvre un autre vaisseau, celles-ci apparaissent et la mort ne tarde pas à survenir.

Mais lorsqu'on a tiré tout le sang qu'on peut extraire d'un seul vaisseau, il arrive parfois que le chien reste en résolution, l'hémorragie paraît arrêtée; on lie le vaisseau, et l'animal succombe tardivement. C'est ce qui s'est produit dans une des expériences faites antérieurement devant vous, à propos des symptômes des hémorragies, et que nous rapporterons ici.

Expérience. — Chien de 6kg,200; T. R. 39°,2.

Saignée par la fémorale droite. Le sang sort avec une lenteur relative, l'artère étant petite. Le chien s'agite et s'essouffle vers 250 centimètres cubes, puis l'hémorragie s'arrête vers 300 centimètres cubes; l'animal urine, paraît affaissé; il n'a pas de convulsions.

On ouvre la fémorale gauche; on obtient environ 75 centimètres cubes de sang qui sort goutte à goutte. Affaissement plus grand. Défécation. Pas de convulsions. Le chien a perdu environ 1/18 du poids du corps.

La température rectale prise trois quarts d'heure après la saignée est de 36°,5.

Le lendemain, on trouve l'animal mort dans sa niche.

Ce chien n'ayant pas succombé sous nos yeux, on peut se demander s'il n'a pas eu de convulsions terminales. Mais, dans d'autres expériences, nous avons vu mourir des chiens sans qu'ils eussent présenté de convulsions. La mort peut donc exceptionnellement survenir sans accidents de cet ordre.

Mais ce fait ne retire rien à la valeur qu'on doit attribuer aux grandes convulsions lorsqu'elles se produisent, ce qui est le cas le plus ordinaire, on pourrait dire normal, quand on pousse l'hémorragie aussi loin que possible, en ouvrant, s'il le faut, plusieurs vaisseaux.

On peut donc prendre *les grandes convulsions* comme criterium des recherches sur l'utilité de la transfusion dans les hémorragies.

Cela posé, examinons à l'aide des expériences de nos prédécesseurs la réponse qui pourrait être faite à la question telle que nous venons de la définir.

Dans quelques-unes des expériences relativement anciennes, il est fait mention des convulsions. Ainsi Blundell a produit des résurrections avec du sang complet chez des animaux qui paraissent avoir eu de grandes convulsions. Pareil fait est peut-être arrivé à Dieffenbach, mais la lecture de son travail ne permet pas de l'affirmer.

Une des expériences les plus concluantes à cet égard est celle que fit Longet, dans cet amphithéâtre, le 13 juin 1863, à l'instigation de Moncoq.

Pour mettre en relief l'utilité de cette opération, Moncoq partait de cette donnée qu'un chien auquel on avait soustrait une quantité de sang égale au dix-huitième du poids du corps est condamné à une mort certaine; il n'avait pas remarqué, comme M. Paul Bert, l'importance des grandes convulsions que nous avons choisies avec ce physiologiste comme criterium de la mort imminente. Mais l'expérience dont il s'agit n'en a pas moins une réelle valeur, à cause : 1° de la perte sanguine énorme (1/14 du poids du corps), qui peut être considérée comme certainement mortelle, s'il n'y a pas eu d'erreur dans cette estimation; 2° de la probabilité des convulsions. Le chien « s'était agité convulsivement », dit la relation de Moncoq.

Quoi qu'il en soit, il revint parfaitement à la santé après une injection de 250 grammes de sang, emprunté à la veine crurale d'un autre chien.

Avant et depuis cette époque, des recherches de même ordre sur l'efficacité de la transfusion ont été faites à plusieurs reprises; mais comme on ne s'est jamais préoccupé de savoir si les animaux étaient réellement en mort imminente au moment où l'injection de sang nouveau était pratiquée, tous ces essais ne nous donnent pas les éléments d'une solution définitive.

Vous voyez qu'il était indispensable d'entreprendre des expériences nouvelles. Commençons par celles qui sont relatives au sang défibriné.

Expérience. — Chien de 7kg,500; T. R. 38°,6.

Saignée rapide par la fémorale droite. Vers 400 centimètres cubes le sang coule moins vite, une des pattes postérieures devient raide. Puis apparaît la raideur des membres antérieurs. On arrête la saignée. Tétanos complet avec suspension complète de la respiration. En touchant la cornée, on produit encore le réflexe des paupières. Pupilles dilatées jusqu'à effacement presque absolu de l'iris.

A ce moment, on pratique la respiration artificielle; le trismus rend très difficile l'ouverture de la gueule. Muqueuses très pâles.

On injecte alors lentement par la fémorale gauche 400 centimètres cubes de sang défibriné. Peu à peu la contracture cesse, on continue la respiration artificielle jusqu'à ce que l'animal respire spontanément. — Température, 37°,8.

Le chien reste affaissé, mais respire tranquillement; les muqueuses sont de nouveau colorées. Le lendemain il est souffrant, ne mange, ni ne boit, reste couché, mais peut se tenir debout.

On le trouve mort à trois heures et demie : il a vécu environ vingt-quatre heures.

En somme, la transfusion a dans ce cas produit une véritable résurrection, mais le chien n'a pas tardé à mourir. A quoi attribuer la mort? Nous avions employé du sang conservé dans de la glace qui, par suite de l'élévation de la température extérieure, avait fondu. Le sérum était-il altéré? Avait-il eu, dans ces conditions, une action toxique? Cette hypothèse n'ayant rien en soi d'invraisemblable, nous avons recommencé l'expérience avec du sang défibriné frais.

Expérience. — Chien pesant 12kg,500, ayant une température de 38°,7. On le saigne jusqu'à concurrence de 600 centimètres cubes, 1/20 environ du poids du corps. A ce moment, il se trouve en rigidité tétanique; une injection de 500 centimètres cubes de sang défibriné frais amène une véritable résurrection. T. R. 37°,8 quelques minutes après l'opération.

Le lendemain matin, on l'a trouvé mort, en état de rigidité cadavérique; il a vécu certainement moins de dix heures.

Quelle est la cause de ces deux morts, survenues tardivement, alors que la transfusion paraissait avoir complètement réussi? Nous chercherons plus tard à l'expliquer par les autopsies de ces animaux.

En attendant, il paraît acquis que les injections de sang défibriné sont impropres à ranimer définitivement un animal en mort imminente.

Le *sang complet* donne-t-il, comme l'expérience de Moncoq tendrait à le faire croire, des résultats plus satisfaisants? Nous allons faire devant vous une expérience de ce genre.

Expérience. — Chien de 8kg,400. T. R. 37°,9. Saignée jusqu'à apparition des grandes convulsions. Elles se montrent au moment où le sang extrait s'élève à 405 grammes, soit 1/20 environ du poids du corps.

Raideur des quatre pattes, renversement de la tête en arrière, suspension de la respiration, de temps en temps (trois ou quatre fois pendant la minute qui précède la transfusion) un grand effort respiratoire. Pupilles tout à fait dilatées.

Injection par la veine fémorale du sang emprunté à la veine fémorale d'un autre chien.

Pendant les premiers coups de pompe, les convulsions se renouvellent; la respiration reste rare; puis elle devient superficielle et précipitée. — Vers la fin de l'injection et pendant quelques minutes après, on constate un peu de trismus, des convulsions des yeux avec dilatation pupillaire, un état de flexion avec raideur légère des pattes antérieures. La quantité de sang injectée est de 170 grammes environ (17 coups de pompe).

La raideur des membres et les convulsions oculaires cessent 3 à 4 minutes après l'opération; le chien se remet sur ses pattes, traînant un peu les membres postérieurs. Il boit, mais reste un peu affaissé. Au bout de 12 minutes, T. R. 37°,4. Au bout de 20 minutes, le chien est bien rétabli, tout en étant fatigué comme après une hémorragie.

35 à 40 minutes après l'opération, frissonnement, issue par la plaie de quelques gouttes de sang. Pendant qu'on cherche la source de cette hémorragie, on constate que les membres sont encore un peu raides, la respiration est précipitée; l'animal affaibli est sans défense; il reste volontiers accroupi. T. R. 37°,3. Le soir, le chien refuse la nourriture.

Le lendemain, il mange un peu de viande, paraît vif et gai.

Poids	8kg,050	T. R.	37°,2
Le surlendemain	7kg,750	—	37°,5
Le troisième jour après l'opération. .	7kg,750	—	37°,5
Le quatrième jour	7kg,750	—	37°,7

Le 5e jour, il se bat avec un autre chien ; sa plaie se met à saigner et il meurt d'hémorragie. Nous pouvons affirmer que le chien se serait rétabli définitivement si cet accident ne s'était pas produit.

La transfusion directe avec du sang artériel réussit tout aussi bien. En voici un exemple.

Expérience. — Jeune chien de 14 kilogrammes ; T. R. 39°, 1. Saignée par la fémorale gauche jusqu'à production de contractions tétaniques des membres, renversement de la tête en arrière ; la respiration continue, mais elle est rare et représentée par des efforts convulsifs.

Tout étant disposé d'avance pour la transfusion, l'hémorragie ayant été arrêtée au moment de la production des grandes convulsions, on cherche à obtenir une nouvelle perte de sang. On débouche, on ôte la canule, on retire un peu de sang coagulé de l'artère, rien n'y fait ; impossible d'obtenir une goutte de sang, bien que les convulsions n'aient été que passagères et ne se soient pas reproduites. Le chien est dans la résolution ; respiration de plus en plus rare, défécation ; le chien est évidemment condamné à mort, bien qu'il n'ait perdu que 1/20,7 du poids du corps.

On ne se décide à faire la transfusion que trois ou quatre minutes après le début de la période convulsive. On la pratique à l'aide du sang artériel fourni par la carotide d'un autre chien, sang que l'on fait pénétrer dans la veine fémorale.

Presque immédiatement la respiration devient précipitée, haletante. On donne trente coups de pompe, ce qui représente environ 300 grammes de sang.

Après les ligatures faites, le chien marche en traînant un peu le train postérieur ; il est affaibli. Quelques minutes plus tard, il est pris de fortes tranchées, fait des efforts de défécation, suivis ou non d'effet, a le ventre déprimé. Cependant la respiration redevient normale, et, au bout d'une demi-heure, les tranchées abdominales paraissent calmées. T. R. 37°, 2.

Quelque temps après, les tranchées réapparaissent et sont suivies de quelques selles diarrhéiques, dans lesquelles il y a de nombreux fragments de tænias. Le soir, le chien boit, mais il ne mange pas. T. R. 38°.

Dès le lendemain, il paraît bien remis. T. R. 38°, 4. Cependant les jours suivants, son poids s'abaisse jusqu'à un minimum de 13k,650 (trois jours après l'opération) et la température reste abaissée.

Cet abaissement de la température s'est montré constant dans nos expériences de transfusion ; il a toujours été d'au moins 1° et a duré parfois plusieurs jours. Il en a été de même de la diminution du poids. L'abaissement immédiat de la température s'explique évidemment par le refroidissement du sang pendant son passage à travers l'instrument.

Quant aux coliques signalées dans cette expérience, elles ne sont pas notées dans nos autres transfusions.

Ces expériences nous mettent en présence d'une différence fondamentale entre le sang défibriné et le sang complet. Cette différence a été rendue sensible par nos essais de résurrection.

Par ce mot nous entendons évidemment que les animaux étaient sur le point de mourir au moment où l'opération a été pratiquée ; mais il importe que vous sachiez qu'il ne s'agit pas du retour à la vie d'un véritable cadavre, car lorsque les chiens exsangues ont rendu le dernier soupir, il est absolument impossible de les faire revenir à eux, quels que soient les moyens que l'on emploie.

Vous vous souvenez que depuis Magendie on a fait sur divers animaux, saignés préalablement ou intacts, un nombre considérable d'injections de sang défibriné. Les animaux ayant survécu ou n'ayant présenté que des phénomènes passagers peu inquiétants, on en a conclu à l'innocuité du sang défibriné. Il en est résulté que presque tous les expérimentateurs ont recommandé la défibrination du sang. Et cependant, il fallait au préalable savoir si le sang défibriné est, oui ou non, capable d'entretenir la vie.

Qui a raison, de Magendie ou des partisans de la défibrination ?

Dans les expériences de Magendie, que je vous ai rapportées, les conditions expérimentales sont complexes. Ces expériences permettent d'invoquer, pour expliquer la mort prompte des animaux, l'épuisement, le choc traumatique, aussi bien que les troubles mécaniques de la circulation et les dangers multipliés de l'introduction de caillots ou de corps étrangers. Ces diverses objections n'ont pas manqué d'être faites par divers expérimentateurs contemporains.

Pour éviter les causes d'erreurs, pour simplifier les conditions de l'observation, nous avons étudié les effets du sang défibriné à la suite d'une seule injection. Nous avons saigné à mort nos chiens et remplacé une partie du sang perdu par du sang défibriné.

Or, vous l'avez vu, les chiens sont revenus à eux, nous avons obtenu une véritable résurrection. Mais cette survie n'a été que temporaire. Au bout de quelques heures, de moins de vingt-quatre heures, les animaux ont succombé. Ce résultat ayant été constant, nous pouvons dire en toute assurance :

Quand on remplace par du sang défibriné une quantité de sang dont la perte serait immédiatement mortelle, on ne fait que retarder la mort.

Tout autre est le résultat obtenu avec du sang complet. La même opération est suivie dans ce cas d'une survie définitive.

Voilà un fait important qui a échappé jusqu'à ce jour aux expérimentateurs et qui doit nous faire conclure avec Magendie à l'impossibilité d'entretenir la vie avec du sang défibriné.

Mais, remarquez-le bien, il a fallu, pour mettre ce fait en évidence, que nos animaux fussent réellement en état de mort imminente et dans les cas où les animaux ont subi des

pertes de sang considérables, sans toutefois être condamnés à coup sûr à une mort immédiate, l'injection de sang défibriné et même, vous le verrez bientôt, celle d'autres liquides ont permis aux animaux de survivre. Telle est, sans doute, la raison pour laquelle on a cru à l'efficacité non seulement du sang défibriné, mais aussi de diverses sérosités.

Voici, comme exemple, un cas dans lequel l'animal a survécu après une transfusion de sang défibriné.

Expérience. — Chien de 10kg,500. Saignée par la fémorale. Le sang sort très rapidement jusqu'à ce que la perte atteigne environ 350 centimètres cubes; puis plus lentement.

Agitation, essoufflement, puis urination. On détache l'animal. Bientôt il est pris de raideur légère des pattes antérieures, puis survient un mouvement de flexion des pattes postérieures. Les pupilles sont très larges, mais les mouvements réflexes des paupières sont conservés; pas de défécation. On arrête immédiatement l'hémorragie. La quantité de sang perdue est de 425 centimètres cubes (434 grammes). On injecte lentement en une seule fois 210 centimètres cubes de sang défibriné, emprunté à un autre chien, par le bout périphérique de l'artère. Après l'injection, le chien se remet rapidement et marche en traînant la jambe sur laquelle a porté l'opération. Le lendemain le chien est assez vif et gai; il mange bien. Les jours suivants il se rétablit très rapidement. La quantité de sang perdue s'élève au 1/24,1 du poids du corps.

Nous sommes maintenant conduit à rechercher la cause de la mort à la suite de la transfusion de sang défibriné, faite dans les conditions que nous avons spécifiées.

Les autopsies des chiens pratiquées peu de temps après la mort nous ont montré que les animaux n'étaient plus anémiques; mais que le sang, qui distendait les vaisseaux, était profondément altéré, en voie de dissolution. L'hémoglobine, mise en liberté par la destruction rapide d'un très grand nombre de globules, avait donné lieu dans les préparations microscopiques, sans l'intervention des réactifs, à des cristaux abondants; et cependant il n'y avait ni albumine dans les urines, ni hémoglobinurie. Peut-être même ces cristaux, les autopsies ayant été faites peu après la mort, existaient-ils pendant la vie. Quoi qu'il en soit, ces altérations du sang ont amené une congestion intense des principaux viscères et donné lieu à des infarctus capillaires disséminés.

Cela posé, comment comprendre la mort? Les globules sont en voie de destruction, mais ils sont loin d'être tous détruits; un grand nombre d'entre eux avaient même conservé leurs caractères morphologiques. Avant d'émettre une hypothèse quelconque, il y avait lieu de se demander si les globules rouges, tout en n'étant pas modifiés en apparence dans leurs caractères anatomiques, n'avaient pas perdu leurs propriétés physiologiques, particulièrement celle d'entretenir l'hématose, ainsi qu'on le voit dans l'empoisonnement oxycarbonique.

Il était d'autant plus intéressant de chercher à résoudre cette question que les animaux, comme l'avait déjà remarqué Magendie, semblent mourir asphyxiés et présentent des lésions ayant une certaine analogie avec celles de l'asphyxie. A cet égard, je vous rappellerai que nos animaux ont été pris presque immédiatement après la mort de rigidité cadavérique.

Pour élucider ce point qui devait compléter notre étude physiologique de la transfusion avec sang défibriné, nous avons institué une expérience dont je vous donnerai simplement le résultat.

Vous savez que l'hémoglobine, même lorsqu'elle est dissoute, possède encore la propriété de fixer l'oxygène. Aussi n'a-t-on pas, dans la détermination de la capacité respiratoire du sang, à se préoccuper de la destruction des hématies amenée par le mélange du sang avec l'eau et encore moins de l'altération des globules due à la défibrination.

La détermination du rapport entre le contenu hémoglobique du sang et la capacité respiratoire après injection de sang défibriné ne pouvait donc donner aucun renseignement sur l'état physiologique du sang. Nous avons alors fait l'analyse des gaz du sang artériel avant la saignée, et six heures et demie environ après la transfusion. En comparant les résultats de ces analyses au pouvoir colorant du sang, la différence relative pour le contenu en oxygène n'a été que de 6 pour 100.

Les globules rouges ne paraissent donc pas privés de leur principale fonction; ils continuent à se charger d'oxygène dans les poumons.

Voici, d'ailleurs, les chiffres se rapportant à deux échantillons de sang ayant le même pouvoir colorant :

	O.	CO^2.	Az.
Première prise avant la transfusion.	16,30	36,60	2,55
Deuxième prise six heures après la transfusion.	15,30	36,30	2,80

Les animaux ne meurent donc pas par insuffisance de globules rouges anatomiquement normaux; ils ne paraissent pas non plus succomber par paralysie fonctionnelle des globules. Cependant, sur ce point, il sera nécessaire de reprendre ces expériences, en faisant des prises successives de sang jusqu'au moment de la mort.

Quelle hypothèse pouvons-nous donc émettre?

Nos recherches précédentes sur les variations numériques des éléments du sang, à la suite de la transfusion de sang défibriné et de sang complet, nous ont fait voir entre ces deux espèces de sang une différence importante au point de vue de la survie des hématies. Dans l'un et l'autre cas, les globules réintroduits dans l'organisme sont destinés à disparaître; mais, tandis que leur destruction est immédiate et très rapide quand on emploie du sang défibriné, elle est plus tardive avec le sang complet.

Cette différence dans la marche d'un même phénomène suffit-elle à expliquer la mort dans un cas, la survie dans l'autre?

Dans cette hypothèse, la destruction globulaire s'effectuant très rapidement un certain temps après la transfusion donnerait lieu à des phénomènes analogues à ceux que déter-

mine le sang dissous ou laqué : arrêt des stromas et peut-être des cristaux d'hémoglobine dans les capillaires, tendance à la formation de petits caillots sous l'influence de l'hémoglobine dissoute dans le plasma, phénomènes qui seraient évités ou fort atténués quand on emploie du sang complet. Cette explication est fort plausible, mais vous approuverez ma réserve, du moment où je n'ai pas encore de faits décisifs à vous énoncer.

Il n'en reste pas moins acquis qu'on ne peut impunément remplacer une certaine dose de sang complet par du sang défibriné ; que ce dernier n'est souffert par l'organisme que lorsqu'il est mélangé avec une dose de sang qui pourrait à elle seule suffire, ou peu s'en faut, à l'entretien de la vie.

Messieurs, il nous reste à examiner une dernière question qui sera pour ainsi dire le complément des expériences précédentes.

Nous avons, vous le voyez, une tendance à rapporter la mort à la suite de la transfusion *in extremis* du sang défibriné à une action nocive de ce sang. Dès lors, nous sommes en droit de révoquer en doute la valeur de la transfusion, qu'elle soit pratiquée avec du sang défibriné ou avec du sang complet.

Vous allez me comprendre. Je vous ai dit, à propos des émissions sanguines que, lorsqu'un animal meurt d'hémorragie, il reste encore dans l'organisme une quantité de sang assez notable, mais que les vaisseaux sont trop vides pour que ce sang puisse circuler. Ne pourrait-on pas, en augmentant le contenu des vaisseaux à l'aide d'un liquide qui n'altérerait pas ce qui reste de sang dans l'économie, ranimer la circulation et par suite faire survivre les animaux? Ne serait-ce pas ainsi que le sang complet, qui n'exerce pas la même action nocive que le sang défibriné, empêche les animaux de succomber, puisqu'en somme les éléments de ce sang sont, eux aussi, destinés à disparaître? En un mot, la transfusion n'intervient-elle pas, en quelque sorte, d'une manière mécanique, c'est-à-dire en rendant mécaniquement possible la circulation?

Quelques observateurs n'ont pas craint de l'affirmer. Ainsi Goltz a prétendu qu'après les hémorragies abondantes la mort était due, non à la perte des globules, mais à l'impossibilité mécanique de la circulation.

Cependant Eulenburg et Landois n'ont pas pu rappeler à la vie des animaux saignés jusqu'à la « résolution paralytique », en leur injectant des liquides privés de globules. De même, M. Brown Sequard dans des expériences analogues, n'a pu ranimer les animaux qu'en ajoutant au sérum injecté au moins trois à quatre parties de sang pour dix de sérum.

Landois cite comme exemple de ces échecs l'expérience suivante. Il saigne jusqu'à résolution un chien de 11 kil. 100 et lui injecte 90 centimètres cubes de sérum de chien. L'animal meurt, bien que la respiration artificielle soit pratiquée.

Les expérimentateurs ont été plus heureux avec le sérum artificiel.

Gaule avait déjà montré qu'on peut ranimer le cœur de la grenouille en employant une solution de sel marin, lorsque MM. Jolyet et Laffont eurent l'idée d'étudier les effets des injections d'eau salée dans le système circulatoire des animaux exsangues.

Dans la note laconique qu'ils ont publiée sur ce sujet, ils disent simplement que l'eau salée à 0,5 0/0, ne détruisant pas les globules rouges, permet mécaniquement à la circulation de se rétablir lorsque les animaux ont été saignés à blanc.

Peu de temps après, Kronecker et Sander faisaient connaître des expériences analogues. Deux chiens pesant l'un 13 kilogrammes, l'autre 7 kilogrammes, subirent une saignée carotidienne qu'on laissa se prolonger tant que le sang continua à couler. Le premier perdit ainsi 600 grammes de sang (1/21,6 du poids du corps) ; le second 275 grammes (1/25,4 du poids du corps). Le cœur de ces chiens ne battait plus que très faiblement lorsqu'on leur injecta dans la jugulaire externe une quantité de liquide salin égale à celle du sang perdu, liquide composé de 6 grammes de sel marin et de 5 centigrammes d'hydrate de sodium par litre d'eau distillée.

Les deux chiens se rétablirent, l'un et l'autre, très promptement.

Rappelons encore que M. P. Bert, pour se rendre compte de la valeur de l'oxygène dans la transfusion, injecta à des animaux du sang dissous, une solution d'hémoglobine oxygénée, après l'avoir soigneusement filtrée pour éviter tout accident. Il n'a pu ranimer ses animaux ; d'ailleurs nous connaissons déjà les qualités nuisibles de ce liquide.

Telles sont les données actuelles sur cette question dont nous avons cherché à élucider certains points par plusieurs expériences que je vais vous rapporter.

Nous avons commencé par étudier les effets produits par le sérum du chien. Nous savions déjà par nos recherches sur la masse totale du sang qu'on peut remplacer impunément une assez forte quantité de ce liquide par du sérum et qu'à la suite de cette opération les animaux se rétablissent comme après une simple saignée.

Dans une première expérience nous avons poussé l'hémorragie jusqu'à la mort imminente.

Expérience. — Jeune chienne de chasse croisée. Poids 11^{kg}., 500. T.R. 38°,9. Saignée par la fémorale. Le sang coule rapidement. Au bout de 3 minutes, urination ; au même instant le sang coule goutte à goutte par suite de la formation d'un caillot dans le tube. Trois minutes après, le tube étant débouché, le sang coule de nouveau ; une minute après on remarque un léger mouvement convulsif dans une des pattes postérieures ; le mouvement convulsif se produit encore deux fois, mais pas de raideur tétanique.

On arrête l'hémorragie. Les mouvements respiratoires sont superficiels et précipités. On commence l'injection par la saphène à l'aide de sérum en poussant lentement. Les respirations sont toujours précipitées, puis deviennent plus profondes. La quantité de sang injecté est de 260 centimètres cubes. Le chien est abattu, reste sans mouvement sur la table ; mis sur pattes, il fait quelques pas en titubant comme à la suite d'une forte hémorragie.

5 minutes après l'opération, T. R. 37°, 8.

Poids du sang extrait, 550 grammes, soit 1/20,9 du poids du corps.

2 jours après, poids, 10^{kg}., 700 ; T. R. 39°, 7.

3 jours plus tard (5 après l'opération), poids, 11 kilogrammes; T. R. 38°, 2. Le chien s'est bien rétabli et a servi ultérieurement à d'autres expériences.

On peut donc au début de la période agonique faire survivre les animaux en leur injectant du sérum. La même expérience répétée sur deux autres chiens a donné le même résultat. Dans l'un des cas l'hémorragie, arrêtée dès les premiers mouvements convulsifs, s'est élevée à 1/23, 7 du poids du corps. Dans l'autre, la perte de sang représentait 1/19,4 de ce poids.

On n'obtient pas le même succès quand l'animal est tout à fait sur le point de rendre le dernier soupir, ainsi que le prouve l'expérience suivante.

Expérience. — Bouledogue très fort, pesant 13^{kg}.500; T. R. 38°, 5. Saignée par l'artère fémorale. Le sang coule très rapidement jusqu'à 500 centimètres cubes. A ce moment agitation, essoufflement, respiration profonde. Le chien est encore très fort, se débat. Urination. Le sang coule un peu moins vite, devient un peu plus noir.

A 600 centimètres cubes, respiration remarquablement profonde, les pupilles commencent à se dilater; les mouvement réflexes palpébraux sont conservés. On détache l'animal; il s'agite beaucoup sans avoir de convulsions. Le sang coule moins vite.

A 650 centimètres cubes le chien est affaibli, haletant; on peut le détacher. Le sang coule goutte à goutte. A chaque respiration le creux sous-sternal s'enfonce extraordinairement. Le chien est affaissé, les respirations sont irrégulières. Le sang s'arrête presque complètement. Pas de convulsions. Urination nouvelle, plus abondante.

Tout à coup raideur des membres et quelques petites secousses dans les pattes postérieures, renversement de la tête en arrière, état tétanique des muscles du dos. On arrête la saignée qui d'ailleurs ne donne plus que de temps en temps une goutte.

Dans le bout périphérique du vaisseau on introduit la canule. Cela demande environ une minute. Le chien est presque mort; cependant il respire encore faiblement de temps en temps. On pousse lentement du sérum de sang de chien recueilli la veille. Petites convulsions dans les pattes postérieures; les pattes antérieures se résolvent. L'injection poussée lentement paraît réveiller quelques respirations.

Hoquet avec un mouvement de flexion de la tête, pupilles très dilatées, cornée insensible. La respiration s'arrête définitivement et ne reprend ni par la continuation de l'injection, ni par la faradisation, ni par la respiration artificielle.

Depuis les premières convulsions jusqu'à la cessation complète des mouvements respiratoires, il s'est écoulé environ 2 minutes 1/2. Ces convulsions n'ont été ni très marquées, ni très violentes.

La perte du sang très rapide et presque sans aucune interruption a donné 700 centimètres cubes, 1/19 du poids du corps environ. Quantité de sérum injectée, environ 300 centimètres cubes.

Vous voyez qu'ici nous n'avons pas même eu la survie temporaire qu'on peut obtenir avec du sang défibriné.

Il ne nous reste plus qu'à examiner la valeur des injections d'eau salée.

Voici le résultat d'une tentative de ce genre, faite devant vous, lorsqu'à la fin de la leçon dernière je voulus vous rendre témoins d'une expérience analogue à celle de Kronecker et Sander.

Expérience. — Chien robuste de 9^{kg}, 300.

Saignée par la fémorale de 600 centimètres cubes, 1/15 environ du poids du corps, jusqu'à production de convulsions tétaniques. Renversement de la tête en arrière, suspension de la respiration, dilatation extrême des pupilles, hochement de tête, urination, mais pas de défécation.

On est obligé, pendant qu'on prépare la seringue, de faire la respiration artificielle. Le chien paraît mort. Injection par la veine fémorale de 320 centimètres cubes de sérum artificiel (à 6/1000 de Na Cl). L'injection est poussée lentement. On continue à faire la respiration artificielle.

L'injection est terminée depuis plus d'une minute quand la respiration reprend spontanément, en même temps les pupilles sont moins dilatées, les battements du cœur redeviennent sensibles. Le chien se remet lentement. Au bout de 10 minutes environ, il peut se tenir sur les pattes de devant, mais les pattes de derrière ne le soutiennent pas, il reste affaissé.

C'est une véritable résurrection et il est intéressant de faire remarquer que dans ce cas l'injection de sérum artificiel s'est montrée plus efficace que dans l'expérience précédente, faite avec du sérum de chien.

Le lendemain matin, l'animal est trouvé mort dans sa niche, sans avoir perdu de sang.

A l'autopsie, tous les viscères paraissent sains; mais les éléments du sang sont sensiblement altérés.

L'expérience suivante témoigne également de l'inefficacité de la transfusion de sérum artificiel.

Expérience. — Chien de 8^{kg},750 ayant déjà subi il y a 30 jours une saignée de 400 centimètres cubes.

Saignée par l'artère fémorale gauche de 450 centimètres cubes, environ 1/19,4 du poids du corps, jusqu'à production d'état tétanique avec renversement de la tête en arrière; la respiration n'est pas complètement suspendue et on ne pratique pas la respiration artificielle.

L'injection de sérum (même formule) est faite 1/2 minute après l'apparition des grandes convulsions. On la pousse par la veine fémorale droite, jusqu'à 300 centimètres cubes. Immédiatement cessation de l'état tétanique, les pupilles primitivement dilatées à un haut degré se rétrécissent, puis la respiration redevient normale.

Dès que l'opération est terminée, le chien se tient debout, en traînant un peu le train postérieur, comme à la suite des fortes saignées non mortelles. Presque immédiatement, défécation.

Quatre heures après, l'animal est couché, mais lève encore

la tête quand on attire son attention; la respiration est un peu précipitée. Une heure après, on le trouve mort.

L'autopsie donne les mêmes résultats que pour l'autre chien.

Dans ce cas, la survie a encore été moins longue qu'avec le sang défibriné.

Je crois utile de vous dire ici quels résultats m'a donnés l'examen direct des effets de la solution employée sur les globules rouges. Un mélange est fait à parties égales de sang de chien et de sérum à 6/1000 de NaCl; dans un certain volume de ce mélange on compte 212 globules rouges; une heure après, on n'en compte plus que 110, et une dizaine sont devenus vésiculeux et pâles.

Cherchons maintenant à tirer de ces diverses expériences les conséquences qui en découlent naturellement.

Vous avez vu que nous avons pris les grandes convulsions comme criterium d'une mort imminente, mais à l'égard de ce phénomène ultime nous avons à faire une remarque importante.

Pour avoir un criterium précis, il faut pousser l'hémorragie jusqu'à production non pas de petits mouvements convulsifs, mais de raideur tétanique bien caractérisée. Si l'on n'obtient pas ces convulsions, — et nous savons que plusieurs chiens sont morts sans les présenter, et même que quelques animaux sont morts après avoir perdu une quantité relativement faible de sang, — on n'a pas de base assez solide pour conclure.

Tantôt les manifestations convulsives surviennent alors qu'il reste encore une assez grande quantité de sang dans l'organisme, tantôt elles se produisent plus tardivement alors que la perte de sang est énorme. Il nous a semblé qu'au point de vue des effets immédiats ou ultérieurs de la transfusion ces deux cas doivent être envisagés à part.

Dans le premier cas, les convulsions sont peu accusées et très passagères, le danger est moins imminent, et si l'animal est abandonné à lui-même, l'écoulement du sang étant arrêté, la mort est plus tardive. Il n'est même pas démontré d'une manière absolue que lorsque les convulsions n'ont pas été générales et répétées, l'animal est infailliblement condamné à mort, si l'on n'intervient pas. Sur ce point spécial, de nouvelles expériences seraient nécessaires. En tout cas, ces faits correspondent, en général, à des pertes de sang qui sont en moyenne de 1/25 à 1/20 du poids du corps.

Dans le second cas, l'émission sanguine s'élevant de 1/20 à 1/14 du poids du corps, le dénouement fatal se précipite; peu de secondes après le début des grandes convulsions la respiration se suspend; les convulsions se répètent et s'accompagnent d'une sorte de hochement de tête qui nous a paru du plus mauvais augure; et, dans l'espace de 1 à 4 ou 5 minutes au plus, la mort est définitive, alors même qu'on pratique la respiration artificielle.

Cette distinction établie, voici ce qu'on observe relativement à l'efficacité des divers modes de transfusion.

Dans les cas où, après une saignée abondante, les animaux sont affaiblis, plus ou moins résolus, mais non condamnés à une mort certaine, on les fait revenir rapidement et définitivement à eux en pratiquant une transfusion non seulement avec du sang, mais avec tout liquide remplissant les vaisseaux, sans détruire les globules.

C'est à des cas de ce genre que s'appliquent les faits observés par Jolyet et Laffont, Kronecker et Sander (avec des sérums artificiels), ceux aussi que nous avons obtenus avec du sérum de sang de chien, et enfin un grand nombre de prétendus cas de résurrection, attribués par les auteurs à l'emploi du sang défibriné.

Lorsque les animaux saignés entrent dans la période des grandes convulsions et sont condamnés à une mort immédiate, les résultats des transfusions sont tout différents.

La nature du liquide employé a ici une grande importance.

Avec du sang défibriné, nous avons pu, plusieurs fois, ranimer nos animaux; mais, comme vous l'avez vu, leur survie n'a pas été longue.

Le sérum artificiel semble avoir la même efficacité relative que le sang défibriné; ici encore rétablissement passager, mais mort prompte.

Au contraire, avec le sérum naturel, emprunté à un animal de la même espèce, on peut faire survivre les animaux; mais on ne réussit pas constamment. Néanmoins, comme il me paraît certain que ce genre de transfusion a empêché la mort d'animaux qui auraient succombé s'ils avaient été abandonnés à eux-mêmes, de celui, par exemple, qui avait subi une perte s'élevant à 1/19,4 du poids du corps, nous pouvons formuler une réponse au sujet de l'action mécanique de la transfusion.

Oui, certes, il nous paraît évident que certaines hémorragies sont mortelles alors que l'organisme contient encore assez de sang pour en entretenir le jeu. Qu'on dilue alors le sang restant, la vie redevient possible. Mais il faut que cette dilution soit effectuée avec un liquide n'altérant pas les hématies de l'individu anémié, ou n'introduisant pas dans la circulation des éléments frappés à mort et devenant nuisibles par leurs profondes et brusques altérations. Voilà pourquoi le sérum du sang du chien a été efficace dans des conditions analogues à celles dans lesquelles nous avons échoué, soit avec du sérum artificiel, soit avec du sang défibriné. Mais lorsqu'il ne reste probablement plus assez de sang pour l'entretien de la vie, dans les cas de mort véritablement imminente par anémie absolue, *seul* le sang complet peut amener à coup sûr un rétablissement durable, définitif de l'animal.

La transfusion, pour produire une véritable résurrection, doit apporter alors non seulement un liquide capable de remplir de nouveau les vaisseaux, mais encore des éléments globulaires.

S'ensuit-il que le sang d'un animal puisse être remplacé par celui d'un autre de la même espèce? Évidemment non. Cette substitution ne serait possible que si les hématies étaient des éléments fixes, indestructibles. Il ne peut donc y avoir, même dans les conditions les plus favorables, véritable greffe sanguine. Bien plus, en nous reportant à nos expériences de numération, nous voyons que les globules ainsi transportés, non pas même d'un organisme dans un autre, mais d'un point du même organisme à un autre point, en

passant par un instrument, sont en quelque sorte voués à une mort prématurée. Toutefois, tandis que les hématies disparaissent, elles sont remplacées par d'autres que l'animal a lui-même fabriquées, et c'est probablement parce que les globules du sang complet vivent assez longtemps pour permettre un commencement de réparation que la transfusion de sang complet produit la survie définitive des animaux sur le point de succomber à une hémorragie.

En tout cas, nous devons, au nom de la physiologie, considérer comme absolument dénuée de fondement la prétention de modifier par la transfusion d'une manière définitive ou même très profonde la constitution du sang d'un individu malade.

Au point de vue pratique, on se trouve rarement dans les conditions où nous nous sommes placés avec intention dans nos expériences; c'est ce qui explique qu'on peut réussir avec divers modes de transfusion et même en employant un autre liquide que le sang. Mais nos recherches montrent que dans les cas rares où il faut lutter contre une hémorragie qui menace de devenir rapidement mortelle, on ne devrait se servir que de sang complet, ce qui n'est pas toujours possible. Dans ces circonstances, le sang défibriné et le sérum artificiel nous paraissent dangereux; il serait préférable de se servir de sérum naturel.

Quant à employer le sang défibriné, à titre palliatif, je ne l'oserais pas davantage, vu notre ignorance des causes de la mort après transfusion de ce genre. Je donnerais plutôt la préférence au sérum artificiel qu'on pourrait peut-être employer pour prolonger la vie, en attendant qu'on pût faire une injection de sang complet.

Il en résulte que, malheureusement pour la pratique et la vulgarisation de la transfusion, dans le seul cas où cette opération est d'une incontestable utilité, dans les hémorragies menaçant l'existence, elle est rendue impraticable par la nécessité de se servir de sang complet. Comment sur le champ de bataille, au moment d'un accident, ou même dans un service de chirurgie, pourrait-on faire une transfusion de sang complet chez un individu en imminence de mort, alors que dans un laboratoire, où tout est disposé pour l'opération, quelques-uns de nos chiens ont succombé sous nos yeux, sans que nous ayons eu le temps de pratiquer la transfusion ? Quant au sérum naturel, il est impossible d'y songer dans la pratique; il serait encore plus difficile et plus long de s'en procurer.

Il y aurait encore à se demander combien il faut injecter de sang pour produire une résurrection définitive. Une de nos expériences dans laquelle l'instrument s'est dérangé montre que lorsqu'on n'injecte qu'une très faible quantité de sang, la survie n'est que temporaire. Il a été malheureusement impossible de doser exactement le sang injecté.

Vient maintenant la question de l'emploi de la transfusion dans les hémorragies répétées, et d'une manière générale, dans l'*anémie chronique*. Sur ce point nos expériences montrent que cette opération est d'une incontestable utilité, à condition toutefois qu'on se serve de sang humain.

Dans ce cas, le sang défibriné paraît avoir à peu près la même valeur que le sang complet; cette contradiction apparente s'explique par ce fait seul que la transfusion a surtout pour résultat de favoriser d'une manière puissante la réparation sanguine préparée par la suractivité des fonctions hématopoiétiques. Il semble que, dans ces conditions, l'hémoglobine provenant des globules frappés à mort par la défibrination peut être utilisée pour la rénovation globulaire et par suite facilite la régénération du sang.

Mais il n'en saurait être de même pour l'hémoglobine du sang d'animaux appartenant à des espèces différentes. Celle-ci ne paraît pas pouvoir être assimilée; tout au contraire, agissant à la façon d'un corps étranger, elle tend à s'éliminer dès qu'elle est mise en liberté par dissolution des globules. Impropre à faire partie intégrante des éléments nouveaux nécessaires à l'entretien de la vie, loin de faciliter ce travail d'hématopoièse qui doit être le salut du malade, elle peut être l'origine d'altérations viscérales, rénales en particulier.

Il resterait à examiner, en s'appuyant sur les faits cliniques, quelles sont les indications rationnelles de la transfusion dans les anémies chroniques survenues en dehors du traumatisme, idiopathiques, c'est-à-dire en apparence spontanées, ou symptomatiques d'un processus morbide quelconque.

Mais ce n'est plus une question de thérapeutique expérimentale; et bien que les notions que nous avons acquises sur l'évolution du sang, soit dans les cas pathologiques, soit sous l'influence des divers modes de transfusion, puissent ici trouver, jusqu'à un certain point, leur application, il nous est impossible, au moment de terminer ce cours, de sortir de notre cadre et d'entrer dans des considérations qui seraient en partie nouvelles pour vous.

Sachez seulement que, dans la grande majorité des cas, l'anémie chronique d'origine pathologique, celle de la chlorose par exemple, s'accompagne, comme l'anémie traumatique non aiguë, d'une production relativement considérable d'hématoblastes et que, dans ces diverses conditions, la régénération du sang se fait d'après le même mécanisme, obéit aux mêmes lois. Aussi est-il logique d'admettre que, dans ces cas, la transfusion, même avec du sang défibriné, doit agir comme à la suite des pertes de sang, et, notamment activer le travail d'hématopoièse, et favoriser la formation de nouveaux globules. Mais il est aussi à prévoir que le plus souvent la transfusion n'aura, dans ces circonstances, qu'une action palliative. Alors que l'évolution imparfaite du sang est le trait dominant d'un processus morbide, demander à la transfusion une guérison absolue, ce serait courir au-devant de mécomptes certains, car elle ne peut avoir sur l'hématopoièse qu'une influence passagère. Mais si, à ce titre, elle prolonge l'existence du malade et donne à une autre intervention thérapeutique le temps d'agir, le bénéfice de cette opération n'en sera pas moins indéniable.

Je m'arrête, messieurs; j'espère que, malgré l'obscurité qui plane encore sur tant de points, vous avez acquis quelques notions précises sur le mode d'action des émissions sanguines et de la transfusion. Nous poursuivrons ces études, heureux si nous avons pu inculquer à quelques-uns d'entre

vous le goût de ce genre de recherches, si délicates, mais si fécondes. Vaste est le domaine qui s'ouvre à votre activité.

G. Hayem.

VARIÉTÉS

Statistique des incendies dans les théâtres.

Un journal allemand, la *Gazette de Francfort,* en rappelant (numéro du 4 avril 1881), à l'occasion de l'incendie du théâtre italien de Nice, un certain nombre de désastres de même nature dans diverses capitales de l'Europe, ajoutait : « La ville de Vienne a été la plus favorisée jusqu'à ce jour. En dehors de l'incendie du vieux théâtre de Kornerthor, le 3 novembre 1761, du théâtre de Treumann, le 18 juin 1863, et du petit théâtre Orpheum, on n'y constate aucune catastrophe de la nature de celles que nous venons d'énumérer. »

Or, le 8 décembre suivant, le Ring-Theater ensevelissait, dans ses débris fumants, bien près d'un millier de personnes !

Les écrivains qui ont réuni les matériaux d'une statistique des incendies de théâtre sont arrivés à des conclusions véritablement alarmantes. Selon l'étendue des périodes qu'ils ont embrassées et le nombre des faits qu'ils ont recueillis, la vie moyenne d'un théâtre varierait entre dix et vingt-deux ans. Mais tous sont d'accord sur ce point, qu'un théâtre est condamné à périr tôt ou tard dans les flammes. Le mode de construction, la nature des matériaux, l'accumulation dans la salle d'ornements en substances essentiellement inflammables, le grand nombre de lumières fixes, c'est-à-dire adossées aux décors, ou en mouvement dans les coulisses, les peintures de la toile, des loges, du plafond, l'éclairage de la rampe, si funeste aux artistes, aux danseuses surtout, qui s'en approchent de trop près, l'usage obligé du gaz, dont les explosions sont fréquentes et que ne remplacera que très tardivement la lumière électrique, dont le prix sera longtemps très élevé, les imprudences presque inévitables du nombreux personnel de service sur la scène, et des amis des artistes ou de la direction, etc., etc. Toutes ces causes et peut-être aussi les inflammations spontanées doivent entraîner tôt ou tard la destruction d'un théâtre.

Le danger s'est accru, de nos jours, par suite du nombre, toujours croissant, des pièces-féeries qui exigent une mise en scène exceptionnelle et notamment l'emploi de flammes de bengale, des décharges d'armes à feu, des mouvements de torches, etc.

Ce n'est pas que les précautions soient plus négligées qu'à d'autres époques. Il est certain, au contraire, que les directions veillent avec le plus grand soin à l'exécution des mesures de sûreté nécessaires. Quant à l'autorité, à chaque feu de théâtre, elle réédite ses règlements de police, en y ajoutant souvent des dispositions nouvelles. Mais la force des choses (nous ne savons comment l'appeler autrement) est supérieure à toute la prévoyance humaine, les causes des incendies défiant les mesures les mieux concertées.

Il faut bien le dire, d'ailleurs, le plus grand nombre des architectes chargés de construire des théâtres ignorent les dispositions à prendre pour conjurer le plus possible les chances d'incendie d'abord, puis les suites, en ce qui concerne les spectateurs, d'un sinistre de cette nature. La routine règne à peu près souverainement au point de vue des appropriations intérieures. Ce qui préoccupe surtout l'artiste, c'est l'élégance extérieure, c'est la façade. Mais reconnaissons aussi, à sa décharge, qu'il dispose rarement, en terrain et en argent, des ressources nécessaires pour ouvrir de nombreux dégagements. Le directeur veut, en effet, avant tout, le plus grand nombre de places possible, aux dépens, par conséquent, du nombre ou de la largeur des issues.

Notre intention n'est pas de causer d'inutiles frayeurs, qui pourraient, d'ailleurs, compromettre une des branches les plus populaires de notre littérature et causer un préjudice sensible à une industrie d'autant plus digne de sympathie, qu'elle fournit aux habitants des villes la plus agréable et aujourd'hui la plus indispensable des récréations. Nous nous empressons de dire que, d'après une longue expérience, c'est rarement pendant la représentation que le feu éclate, bien que, le plus souvent, il ait couvé en présence, mais heureusement à l'insu des spectateurs.

Il est une autre observation, beaucoup moins rassurante, qui résulte d'une étude également attentive des faits, c'est que, si l'incendie n'est pas éteint immédiatement après avoir été découvert, il marche avec une telle rapidité, qu'il ne peut plus être maîtrisé, les secours du dehors, malgré toute la promptitude possible, arrivant toujours trop tard pour agir efficacement sur un foyer incandescent d'une force, d'une puissance presque irrésistibles.

Il est, en outre, un obstacle contre lequel le jeu des pompes se brisera probablement toujours, c'est l'effroi, c'est l'affolement du public se serrant, s'étouffant aux issues sans pouvoir sortir et formant une masse souvent d'une incroyable épaisseur, qui ne permet pas aux pompiers de pénétrer à l'intérieur.

Mais nous avons hâte d'arriver aux informations statistiques que nous avons puisées chez divers auteurs, et notamment dans une publication (en allemand) de M. Fölsch, qui a pour titre *Statistique des incendies de théâtres* (Berlin, 1878), dans un opuscule de M. W. Döhring (*Manuel du pompier et du service de l'extinction,* Berlin, 1877) et dans une brochure récente de M. le capitaine Schaw, chef de la brigade des pompiers de Londres.

M. Fölsch nous ayant paru avoir réuni les documents les plus nombreux et les plus sûrs, nous lui empruntons les renseignements qui vont suivre. Disons d'abord que c'est M. Fölsch qui a évalué à vingt-deux ans et demi la durée moyenne d'un théâtre en Europe et à dix ans aux États-Unis.

M. Fölsch est peut-être un peu pessimiste. A l'entendre, toute personne qui met les pieds dans un théâtre court la chance d'y périr dans une proportion qu'il a minutieusement calculée, proportion assez peu rassurante et que nous voulons croire exagérée.

Vainement lui objecte-t-on que d'importantes améliorations

ont été introduites, surtout depuis vingt-cinq ans, dans la construction des théâtres ; que, d'un autre côté, les mesures de précaution sont plus nombreuses, plus prévoyantes que par le passé, que l'autorité intervient plus sévèrement que jamais pour en assurer l'exécution. Il répond que ces mesures sont restées sans résultat, les incendies les plus calamiteux s'étant produits précisément de nos jours. Comme nous, il en trouve la principale explication dans l'accroissement continu des pièces à grand spectacle et dans les mises en scène exagérées qu'elles exigent.

Il fait remarquer aussi que les leçons de l'expérience sont souvent infructueuses; car, sur 516 théâtres incendiés qui lui ont servi de sujet d'étude, 37 ont brûlé deux fois et totalement; 7 (dont 3 à Londres) ont brûlé cinq fois, et 4 (dont 1 à Londres) ont brûlé quatre fois. Il cite, notamment, le théâtre Bowery à New-York comme ayant brûlé cinq fois ; le théâtre de l'Opéra à Paris, quatre fois; le théâtre de la ville de Brünn, également quatre fois; l'amphithéâtre d'Astley à Londres, et le théâtre national à Washington le même nombre de fois; le théâtre de Sa Majesté à Londres, l'opéra impérial à Moscou, le théâtre et le musée de Barnum à New-York, trois fois, etc., etc.

Les 246 incendies de théâtres qu'il a étudiés se répartissent comme suit par périodes décennales :

Nombre des cas.	Périodes.	Nombre des cas.	Périodes.
8	1761-1770	30	1821-1830
9	1771-1780	25	1831-1840
11	1781-1790	43	1841-1850
13	1791-1800	67	1851-1860
17	1801-1810	97	1861-1870
16	1811-1820	90	1871-1877

Ainsi, dans les sept années de la période de 1871-77, il a brûlé, en moyenne, 13 théâtres par an, et, depuis 50 ans. le nombre des incendies a presque quadruplé. Ici nous devrons faire remarquer que cette augmentation ne serait réelle que si le nombre des théâtres était resté le même. Or il n'est pas douteux que ce nombre a sensiblement augmenté, la population des grandes améliorations urbaines, comme Londres, Paris, Berlin et Vienne, s'étant très rapidement accrue dans ces dernières années, et de nouveaux théâtres, ouverts dans les nouveaux quartiers, étant venus donner satisfaction à des besoins sensiblement agrandis.

M. Fölsch a pu calculer l'intensité du danger de brûler que court un théâtre aux diverses heures de la journée, et il est arrivé aux résultats suivants, pour 289 cas :

Incendies.				
56	ou 19,0	pour 100	1,0	dans la journée
15	5,3	—	3,0	une heure avant l'entrée du public
36	12,4	—	2,0	pendant la représentation
69	23,9	—	6,8	deux heures après
113	39,1	—	3,4	pendant la nuit

Ainsi, tandis que les théâtres ne sont que faiblement exposés dans la journée, le danger grandit du triple peu de temps avant la représentation ; il diminue pendant sa durée, atteint son maximum deux heures après, et reste encore, pendant la nuit, trois fois plus élevé que dans la journée.

Le tableau suivant signale, d'après le même auteur, les incendies qui ont fait le plus de victimes.

Villes.	Noms des théâtres.	Dates.	Nombre des victimes.
Amsterdam	Schouwbourg	11 mai 1772	25
Saragosse	Colisée	12 novembre 1778	77
Paris	Palais-Royal	8 juin 1781	21
Capo d'Istria	Théâtre	1774	1000
Londres	Covent-Garden	20 septembre 1808	22
Richmond	Théâtre	26 septembre 1811	72
Saint-Pétersbourg	Cirque Lehmann	14 février 1836	800
Canton	Théâtre	25 mai 1845	1670
Québec	Théâtre-Royal	12 juillet 1846	200
Carlsruhe	Théâtre de la cour	28 février 1847	100
Livourne	De gli-Aquidotti	7 juin 1857	100
Philadelphie	Théâtre Fox	19 juin 1867	28
Shang-haï	Théâtre chinois	1871	120
Tien-tsin	Théâtre chinois	mai 1872	600
San Sacramento		10 décembre 1876	110
Brooklyn	Théâtre Conway	5 décembre 1876	380
Inde anglaise	Ahmadnuggar	11 mai 1878	40
Nice	Théâtre italien	23 mars 1881	80
Vienne	Théâtre du Ring	8 décembre 1881	1100

Soit près de 6500 personnes qui ont péri dans les flammes pendant une période de 109 ans.

Le capitaine Schaw a fait, sur les incendies de théâtre à Londres, les curieuses recherches que voici. Sur les 249 feux de 1761 à 1876, 5 ont eu lieu avant la mise en exploitation du théâtre; 70 dans les cinq années qui ont suivi son ouverture; 38 de 6 à 10 années après; 45 de 11 à 20 années après; 27 de 21 à 30 ans; 12 de 31 à 40; 20 de 41 à 50; 17 de 51 à 60; 7 de 61 à 80; 8 de 81 à 100. — Total égal : 249, soit une durée moyenne de 22 ans trois quarts.

Nous avons sous les yeux un numéro du *Commercial World* de Londres, de 1879, qui contient une liste de 70 théâtres ayant pris feu en 1878. Ce journal fait remarquer que, dans tous les cas moins un, le sinistre a eu lieu la nuit et *après la représentation.*

M. Döhring porte à 50 le nombre des incendies de théâtres dans lesquels, de 1777 à 1878, c'est-à-dire en 101 ans, il a péri plus de 20 personnes; c'est 1 incendie fatal pour les spectateurs sur 5,34. Ce chiffre est, comme on voit, de beaucoup supérieur à celui que donne M. Fölsch; mais ce dernier a soin de faire remarquer que son tableau ne contient que les sinistres les plus graves au point de vue du danger qu'à couru le public.

On cite même des cas où, en l'absence de tout incendie et sous le coup d'une fausse alarme, des spectateurs se sont écrasés aux portes. M. Schaw raconte qu'un fait de cette nature s'est produit au théâtre de Haymarket en 1794, où 16 personnes ont péri de cette manière; au théâtre de Sadlers-Wills en 1817 (18 victimes); et au théâtre de Cobwen en 1858 (16 victimes).

Dans le nombre des victimes que nous venons de faire

connaître d'après nos diverses autorités, ne figurent que celles qui ont péri dans le théâtre même, et non celles qui, blessées ou brûlées grièvement, ont succombé plus ou moins longtemps après. Le nombre en est inconnu.

Le pays où les incendies de théâtre sont le plus nombreux est sans contredit l'Amérique du Nord (États-Unis). Nous en avons sous les yeux la liste nominative. Pour la période de 1803 au 31 décembre 1876, cette liste contient 127 cas en 73 années, dont un assez grand nombre, et à des dates relativement récentes, dans la ville de San-Francisco. Un chiffre aussi élevé s'explique, en dehors du nombre des théâtres que nous ne connaissons pas, par l'extrême combustibilité des matériaux employés dans la construction des théâtres presque tous, peut-être tous, édifiés avec du bois et avec la rapidité familière aux constructeurs américains, rapidité peu favorable à la solidité de l'édifice.

Il est des villes et même des pays entiers qui semblent posséder une immunité spéciale au point de vue des incendies de théâtres. Ainsi on lit dans M. Döhring que, sur 267 de ces incendies, de 1853 à 1877, pas un n'a frappé la ville de Francfort-sur-le-Mein. L'Allemagne tout entière n'est que très peu éprouvée. On ne cite guère, en effet, que les incendies suivants, comme ayant eu une assez grande importance : à Cologne, celui du théâtre de la ville en 1859 et 1869, du théâtre de la Flora en 1869 ; — à Dresde, celui du théâtre royal en 1869 ; — à Berlin, ceux du théâtre royal le 29 juillet 1817, du cirque Richter en 1826, du théâtre royal de l'Opéra le 18 août 1843, de l'établissement de Kroll le 1er février 1851, du cirque de Rinz le 28 novembre 1853, du cirque Herogschumann le 22 septembre 1875.

La ville de Vienne elle-même avait été sensiblement épargnée, comme nous l'avons vu, avant le désastre du 8 décembre.

L'attention s'est portée, au même point de vue, sur l'Italie. C'est dans ce pays que les théâtres semblent le moins brûler, bien que, relativement à sa population, il en compte un beaucoup plus grand nombre que les autres (1 sur 75 000 habitants). Les théâtres y seraient-ils mieux construits que partout ailleurs ? Ce n'est pas probable. Les mesures de surveillance, les précautions de toute nature plus nombreuses, plus efficaces ? Il n'existe aucune raison de le croire. Il y aurait donc lieu de se demander si l'immunité n'aurait pas pour cause une influence climatérique.

Ce serait, en effet, une question intéressante, et pour la solution de laquelle nous avons réuni quelques matériaux, que celle de savoir si les incendies de théâtre n'ont pas lieu en plus grand nombre pendant la mauvaise (d'octobre à avril) que pendant la belle saison (de mai à septembre). Or, sur 75 sinistres dont nous avons pu nous procurer la date, 45 ont eu lieu dans la mauvaise et 30 dans la belle saison. Nous reconnaissons que ce résultat n'est pas concluant. Pour les incendies ordinaires, c'est la mauvaise saison qui voit également le plus grand nombre d'incendies, mais beaucoup moins par suite d'une influence atmosphérique, que comme conséquence de ce fait qu'il est allumé plus de feux en hiver qu'en été.

Nous recueillons dans Fölsch une dernière observation. Elle a trait aux souffrances présumées des victimes des incendies qui nous occupent. Dans sa conviction, ces incendies se développent avec une rapidité telle et déterminent presque immédiatement une fumée d'une telle épaisseur, que les spectateurs qui n'ont pu sortir sont asphyxiés avant que la flamme ait pu les atteindre. Beaucoup périssent en outre blessés mortellement par la chute des débris enflammés de toute nature qui se détachent des parties supérieures de la scène. Enfin beaucoup — les femmes surtout — sont profondément évanouis quand la fumée ou la flamme les enveloppe.

Les auteurs que nous avons sous les yeux ont construit, pour divers pays, des listes d'incendies de théâtre que leurs dimensions ne nous permettent pas de reproduire, et dont les dates, d'ailleurs, ne concordent pas toujours. Il en est une toutefois, qui nous intéresse particulièrement et que nous allons donner ; c'est celle des sinistres de cette nature qui ont affligé notre pays. Nous n'y comprendrons que ceux qui ont eu le plus de gravité.

Voici d'abord l'énumération des incendies de Paris.

Noms des théâtres.	Dates des incendies.
Théâtre de la foire Saint-Germain. . .	16 mars 1762
Grand Opéra (cour des Fontaines). . .	6 avril 1763 et 3 juin 1781
Théâtre Nicolet (plus tard Gaîté) . . .	? 1770
Grand Opéra (Palais-Royal).	3 juin 1781
Grand Opéra (Menus-Plaisirs).	18 avril 1788
Deux théâtres (place Louis XV)	22 septembre 1777
Délassements-Comiques.	2 février 1797
Petit Lazary.	31 mai 1798
Théâtre du Cirque.	15 décembre 1798
Théâtre-Français (Odéon).	18 mars 1799
Odéon.	20 mars 1818
Cirque Olympique	14 mars 1826
Ambigu (boulevard du Temple)	12 juillet 1826
Folies-Dramatiques (Id.)	13 décembre 1826
Gymnase enfantin	? 1827
Gaîté	21 février 1835
Folies-Dramatiques.	13 décembre 1836
Opéra italien	15 janvier 1838
Vaudeville (rue de Chartres).	17 juillet 1838
Diorama.	8 mars 1839
Gymnase enfantin	? 1843
Cirque de la barrière de l'Étoile. . . .	27 juillet 1846
Diorama.	14 juillet 1849
Théâtre du Pré-Catelan.	29 janvier 1859
Théâtre Ventadour.	? 1865
Théâtre des Nouveautés	3 décembre 1866
Théâtre de Belleville.	10 décembre 1867
Hippodrome.	29 septembre 1869
Théâtre des Délassements-Comiques. .	24 mai 1871, brûlé par la Commune
Théâtre de la Porte-Saint-Martin . . .	Id.
Théâtre Lyrique.	Id.
Grand Opéra	29 octobre 1873

Nous craignons d'être un peu moins exactement informés pour les incendies de théâtres en province. Voici la liste de ceux que nous avons pu constater.

Villes.	Noms des théâtres.	Dates des incendies.
Havre	Théâtre de la ville	2 avril 1757
Havre	Id.	28 janvier 1810
Havre	Id.	2 avril 1843
Bordeaux	Variétés	2 décembre 1855
Chambéry	Théâtre de la ville	15 février 1861
Angers	Id.	4 décembre 1865
Brest.	Id.	11 mars 1866
Bourges	Id.	3 juin 1867
Lyon	Célestins	3 avril 1871
Marseille	L'Alcazar	27 juin 1873
Avignon.	L'Eldorado	14 avril 1874
Lyon	Grand-Théâtre	22 mars 1875
Montpellier . . .	Variétés	6 novembre 1876
Saint-Brieuc. . .	Théâtre de la ville	30 décembre 1876
Rouen	Fantaisies-Lyriques	15 janvier 1878
Lyon	Célestins	mai 1880
Lyon	Théâtre de la Grande-Vue	juin 1880

C'est la ville de Lyon qui a été la plus frappée, mais très probablement en raison du nombre de ses théâtres. Remarquons, en passant, que, sur les 17 incendies dont l'énumération précède, 13 ont eu lieu dans la mauvaise saison.

Ne serait-ce pas par suite d'un plus grand nombre de représentations dans la mauvaise que dans la bonne ? C'est assez probable ; le théâtre chômant, dans beaucoup de villes, pendant au moins une partie de la belle saison.

Pour épuiser la source de nos informations, il nous reste à reproduire le document ci-après, que nous avons puisé à bonne source, mais dont il ne nous est pas possible de garantir l'exactitude. C'est le nombre, dans l'année 1872, des théâtres dans les principaux pays de l'Europe.

Pays.	Population.		Nombre des théâtres.
Italie.	26	millions	348
France	36	—	337
Espagne	16	—	160
Allemagne	41	—	194
Autriche	36	—	152
Grande-Bretagne	32	—	150
Russie	86	—	44
Belgique	5	—	34
Hollande	4	—	22
Suisse	2,7	—	20
Portugal	4,6	—	16
Suède	4,2	—	10
Danemark	1,9	—	10
Norvège	1,7	—	8
Grèce	1,5	—	4
Turquie	23,6	—	4
Roumanie	5,3	—	3
Égypte.	2	—	3
Serbie	1,6	—	1

C'est en Italie et en France, les deux sœurs (?) latines, que le goût du spectacle est le plus répandu. Que de conséquences à déduire de ce simple fait !

Il va sans dire que, depuis la catastrophe de Vienne, les conseils sur les moyens de préserver, à l'avenir, les théâtres de l'incendie se sont multipliés ; on ferait un volume des indications de toute nature que contiennent, à ce sujet, les journaux de tous les pays. Mais le plus grand nombre de ces conseils reste forcément à l'état de lettre morte pour les théâtres actuels, qui manquent des dégagements les plus importants, et sont presque tous contigus à des maisons. Le plus grand nombre — peut-être la totalité — n'a, en outre, qu'une seule sortie sur laquelle se rencontrent les spectateurs venus de toutes les parties de la salle.

Ce qui serait nécessaire, c'est que des mesures fussent prises immédiatement pour donner à ces mêmes théâtres les dégagements qui leur manquent.

Resterait — ce qui sera le plus difficile — à convaincre le public qu'avec un peu de sang-froid, même dans l'état actuel des théâtres, il a toujours le temps nécessaire de quitter la salle avant d'être gravement menacé par l'incendie.

P.-S. — Cet article était composé, quand nous avons eu connaissance d'une note adressée au *Journal de Genève* du 21 décembre par M. Denis Monnier, professeur à l'Université de Genève, auteur d'études connues sur la chimie des gaz et inventeur de l'appareil (admis à l'Exposition d'électricité) destiné à avertir automatiquement l'ingénieur de l'exploitation d'une mine de l'imminence d'une explosion du feu grisou.

Cette note, dont nous ne connaissons le texte qu'en allemand, est ainsi conçue :

« Supposons que nous avons devant les yeux un théâtre moderne sur la scène duquel a éclaté un incendie et étudions les phénomènes complexes qui se produisent. Un décor a pris feu et l'incendie se propage avec une telle rapidité, que bientôt toute la scène est en flammes.

« La première conséquence du fait est une élévation considérable de la température qui double, qui triple le volume de l'air contenu dans la salle, phénomène par suite duquel est changé le courant d'air dans lequel le gaz comprimé cherche une issue ; par suite, une forte quantité d'oxygène est absorbée et changée en un gaz non respirable. Mais comme il n'y a que très peu d'oxygène, par des causes diverses, dans l'enceinte étroitement fermée du théâtre, il se produit de l'oxyde de carbone, comme il arrive chaque fois que du charbon brûle dans une quantité insuffisante d'oxygène. Or cet oxyde est toxique au plus haut degré.

« Dans cette situation, les personnes qui n'ont pu fuir immédiatement sont placées sous son influence et tombent, plutôt empoisonnées qu'asphyxiées, après avoir fait quelques pas. »

M. le professeur Karl Vogt, collègue de M. Monnier à l'Université de Genève, après avoir confirmé l'exactitude de cette observation par des recherches personnelles sur certaines particularités des incendies du théâtre de Nice et du Ring, demande, pour conjurer le danger d'intoxication, bien plus grave, dit-il, pour le public, que celui qui résulte de la marche, quoique toujours très rapide, de l'incendie, deux modifications à la construction actuelle des théâtres : 1° le remplacement du rideau actuel par un rideau métallique qui sépare complètement la scène de la salle, et puisse être manœuvré avec la plus grande facilité ; 2° l'ouverture, au plafond de la

scène et au-dessus du lustre, d'un large ventilateur s'ouvrant sans le moindre effort, et par lequel s'échapperaient rapidement les gaz délétères produits par l'incendie.

Il fait remarquer, à ce sujet, que la sortie de ces gaz permettrait aux pompiers de pénétrer dans la salle, ce qu'ils n'ont pu faire au théâtre de Vienne.

Enfin, M. Vogt demande, avec raison, que les pompiers soient exercés au moins autant à sauver les personnes qu'à éteindre les feux, tandis qu'aujourd'hui, c'est surtout et avant tout à combattre l'incendie qu'on les prépare.

REVUE DE GÉOGRAPHIE

Dans le courant de l'année nous suivons les travaux particuliers des voyageurs grâce auxquels s'agrandit constamment le champ de nos connaissances; mais aujourd'hui c'est à un autre point de vue, plus élevé, plus général que nous nous plaçons et, supposant que nos lecteurs aient un atlas à côté d'eux, nous allons essayer de leur présenter l'ensemble même des connaissances acquises dans les cinq parties du monde ou le tableau de nos progrès en 1881.

En fixant cette base, ce point de départ pour la série d'études nouvelles qui sera la part de 1882, nous ne pourrons cependant éviter de rappeler des noms, des travaux connus et d'en citer plusieurs autres dont nous n'avions pas encore eu l'occasion de parler.

L'Europe, par où nous commencerons notre tournée, nous paraissait archiconnue lorsqu'on nous obligeait, il y a une trentaine d'années, à en étudier la géographie ancienne et moderne fort chargée, trouvions-nous, quoiqu'on ne l'eût pas compliquée à l'excès comme aujourd'hui de l'étude de toutes les statistiques imaginables. L'enseignement de la géographie comprend maintenant une quantité de renseignements, fort intéressants sans doute, mais plus ou moins étrangers à cette science, et qui s'y sont glissés sous les noms spéciaux de géographie agricole, commerciale, industrielle, anthropologique, médicale, etc., etc.; nous devons nous attendre à voir paraître prochainement la géographie culinaire qui nous fixera sur le pays où on fabrique le plus de boulettes. La confusion qui règne aujourd'hui dans l'enseignement comme dans les professions reflète celle qui trouble les esprits. Dans notre domaine le naturaliste joue au géographe, au commerçant, au politicien, etc., et réciproquement. On veut être universel à une époque où on est débordé dans les spécialités. Au lieu d'étudier convenablement quelques branches de l'arbre scientifique, on trouve plus commode d'en regarder superficiellement les feuilles; on fait un peu de tout, c'est-à-dire pas grand'chose.

Si dans l'ordre scientifique, et relativement à d'autres pays nous voyons chez nous un moins grand nombre de vrais savants trancher sur la médiocrité générale, ne faut-il pas en accuser un peu ces programmes compliqués *de omni re scil.be et quibusdam aliis*. Ainsi, en géographie, les professeurs sacrifient forcément bien des parties essentielles ou au moins importantes aux hors-d'œuvre, car les heures de classe sont limitées. Combien parmi eux ont dû renoncer à faire passer sous les yeux de leurs élèves le tableau si instructif des efforts faits par l'homme pour se rendre compte de la forme, de l'étendue, de la surface de sa planète! combien ont regretté de ne pouvoir leur donner au moins une idée claire des moyens successivement employés pour l'étudier et la représenter avec une perfection croissante! Un bon abrégé de l'histoire de la géographie et de la cartographie serait certes consulté avec fruit, même par les hommes distingués qui tracent les plans de missions ou de voyages, et sont chargés de les répartir entre les explorateurs.

C'est donc une publication que la commission des missions devrait recommander. On y verrait aussi que les cartes de l'Europe ne sont pas aujourd'hui en rapport avec le degré de précision des instruments et des méthodes dont la pratique est facilitée dans nos pays civilisés par une entière sécurité. Le canevas géodésique de l'Europe est loin d'être achevé, surtout au nord et en Orient.

Un de nos compatriotes, M. C. Rabot, qui a fait cette année un nouveau voyage dans le nord de la Suède et de la Norvège, exprime cette crainte que l'état-major scandinave ne puisse terminer les travaux commencés avant plusieurs années. A l'exception de la province de Tromsœ et d'une petite partie de la Laponie suédoise, il n'a trouvé aucune carte relevée avec quelque exactitude dans ces hautes régions.

Membre du club alpin français, cette utile institution à qui nous souhaitons le développement de sa sœur autrichienne, M. Rabot a surtout exploré les glaciers, et parmi eux, le Jokulfjed, le seul de l'Europe continentale qui descende jusqu'à la mer. Il a constaté que leurs moraines sont peu importantes et il estime, d'après leurs dispositions, que les glaciers de la Suède et de la Norvège ont généralement un mouvement de recul un peu moins accentué que celui des Alpes. De son exploration, d'environ 1000 kilomètres, M. Rabot a rapporté près de 400 cotes d'altitude, une cinquantaine de photographies intéressantes et, pour le musée d'ethnographie, une petite collection comprenant des objets en corne ciselés très habilement par les Lapons.

En Orient, les travaux qu'avait entrepris l'état-major russe pendant la dernière campagne contre les Turcs n'ont pas eu de suite et laissent par conséquent beaucoup à faire. Nous n'insisterons pas sur les légères modifications des frontières gréco-turques résultant des décisions de la dernière conférence de Berlin; et nous n'avons rien à ajouter aux nouvelles satisfaisantes que nous avons données dans le compte rendu du congrès international de Venise, au sujet de l'entreprise du percement de l'isthme de Corinthe, concédée au général Türr.

A l'occasion de ce congrès et de l'exposition qui l'accompagnait, nous avons consacré une si large place aux travaux géographiques en Europe, et en particulier à ceux qui concernent la France et l'Algérie, qu'il nous suffira d'ajouter que, grâce aux dispositions prises par le service géographique de l'armée, la carte de France de l'état-major, revisée chaque

année par cinquième, se trouvera renouvelée tous les cinq ans. L'exécution de la magnifique carte au 1/50000 se poursuit en attendant qu'on entreprenne une carte au 1/10000 sur laquelle seront portées toutes les données du nouveau nivellement général de la France. Enfin les embouchures de la Gironde, de la Loire et de la Seine ont été l'objet de nouveaux travaux dirigés par les ingénieurs hydrographes Manen, Bouquet de la Grye et Germain.

Si nous passons maintenant en Afrique, nous constaterons — comme le disait dernièrement M. Maunoir, secrétaire général de la Société de géographie, dans son rapport annuel — « un ensemble de résultats importants dus aux aspirations de la science et de la foi, aux nécessités du commerce, de l'industrie et de la politique, aspirations actives, ardentes même, car l'Afrique est à proximité de l'Europe ».

La Société de géographie, comprenant qu'ici il fallait prendre position, n'a-t-elle pas toujours été à la tête de ce mouvement? Il y aurait certainement avantage à ce qu'il se produisît avec méthode, et que le même accord, qui règne entre les puissances européennes pour l'étude scientifique de l'Afrique, s'étendît au partage de l'influence politique afin d'arriver plus vite à la civilisation et à l'utilisation moderne de ce continent. L'investissement de ses côtes qui doit être opéré avant tout n'est même pas complet aujourd'hui, et ses lacunes encouragent à l'intérieur les négociants en chair humaine, négociants arabes en général qui composent, on le comprend, l'élément le plus hostile aux voyageurs étrangers.

Dans le nord, de grands progrès ont été accomplis cette année. Ainsi en Algérie les levés topographiques dirigés par le lieutenant-colonel Mercier ont porté sur environ 40 000 kilomètres carrés de la région du Tell; le pays des introuvables Kroumirs ne tardera pas à être représenté sur nos cartes, et le dépôt de la guerre prépare une carte satisfaisante de la Tunisie en appuyant tous les documents anciens et les nouveaux levés de nos brigades topographiques sur les bases solides posées par le colonel Perrier. De son côté, le dépôt des cartes de la marine se prépare à envoyer, sous la direction de M. Manen, une mission hydrographique chargée de lever les côtes de la Tunisie.

Nous ne quitterons pas cette région sans signaler les résultats de deux importantes missions du ministère de l'instruction publique. Tandis que le rapport du commandant Roudaire sur les derniers nivellements des chotts confirmait ses précédentes déclarations sur la possibilité de créer une mer intérieure au sud de l'Algérie et de la Tunisie, MM. Cagnat et Gosselin rapportaient de leur exploration archéologique plus de deux cents inscriptions latines relatives au tracé des voies romaines dans le nord de la Régence.

En reconnaissant l'utilité de poursuivre dans cette contrée historique, où nous avons aujourd'hui de grands intérêts, les travaux archéologiques entrepris par Berbrugger, C. Tissot, V. Guérin, Cagnat et Gosselin, nous écartons toute idée d'injuste allusion dans le regret que nous exprimons au sujet de la trop inégale répartition des missions par notre commission des voyages. Nous ne sommes pas les premiers à la remarquer, en constatant que, sur une liste de vingt-deux missions données en 1881, il n'y en a pas cinq concernant la géographie ou confiées à des hommes compétents pour faire des explorations géographiques, comme on doit les exécuter à notre époque. Certes nous ne brûlerons pas ce que nous avons adoré, ce que nous aimons encore. Sauf la médecine et l'histoire naturelle qui ne sont pas de notre compétence, nous portons le plus vif intérêt aux recherches artistiques et littéraires, à l'archéologie, l'ethnographie, l'histoire et l'anthropologie; — non pas, il est vrai, celle qui consiste à mesurer toutes les pièces de l'homme physique; mais celle qui est pratique, utile : l'anthropologie intellectuelle et morale, autrement dit l'étude du caractère et des mœurs des individus. — Nous ne désirons donc pas voir négliger les explorations de ce genre qui, dans une certaine mesure, se concilient infiniment mieux avec la géographie qu'avec la médecine, l'histoire naturelle et l'anthropologie anatomique pour la distinguer de l'autre; mais entre ces trois divisions, qui sont représentées par les trois sections de la commission des voyages, nous souhaitons un partage des missions plus rationnel, et inspiré surtout par le principe de la division du travail. Des spécialistes ne rapporteront pas une foule de renseignements de médiocre valeur sur des sujets divers, mais ils produiront chacun de leur côté un travail sérieux, dans lequel pourront avoir confiance ceux qui mettent en œuvre les matériaux recueillis par les explorateurs.

Cependant, si à l'exposition de Venise on a remarqué qu'en général le point faible de nos explorations était la géographie, on a reconnu qu'en Afrique la règle souffrait une exception et que nous y tenions un rang avantageux sous tous les rapports.

En Afrique, ce sont surtout les missions géographiques qui ont ouvert et préparé pour de grandes entreprises les vastes régions de l'Afrique septentrionale, de la Sénégambie et du bassin de l'Ogooué, qui constituent dans la partie occidentale du continent notre centre d'action naturel et légitime, où nous devons concentrer nos ressources, nos forces trop restreintes pour qu'il soit permis de les éparpiller. Aussi avons-nous suivi avec plus d'attention les efforts des missionnaires catholiques d'Alger pour fonder une mission à Ghadamès; l'exploration des pères Richard et Kermabon au Tasili chez les Touareg Azdjer; les expéditions dirigées par le colonel Flatters qui aura le premier relevé l'ancienne route commerciale de l'Algérie au pays des nègres, et dont la triste fin prouve encore une fois que l'entreprise du transsaharien, matériellement possible, ne pourra pas être exécutée avant que le Sahara soit soumis à notre influence; le voyage de Lentz qui, mettant à néant — si on l'a jamais conçu — l'espoir de créer une mer saharienne, précise et complète les renseignements du rabbin Mardochée et de René Caillé sur les itinéraires du Maroc et de l'Algérie à Timbouctou, et relie pour la première fois, par Nioro, le grand marché central du Niger à nos possessions du Sénégal.

De ces possessions jusqu'au royaume de Ségou sur le haut Niger inclusivement s'étend aujourd'hui le protectorat fran-

çais : tel est le résultat obtenu par les expéditions Gallieni, Borgnis-Desbordes et Derrien dont les travaux ont affirmé la possibilité d'établir un chemin de fer entre le Sénégal et le Niger.

Plus courte assurément paraît à première vue la route, en partie reconnue par M. Aimé Olivier, entre ce dernier fleuve et la côte de l'Atlantique par Timbo, capitale du Fouta Djallon, située à la source du Baffing, affluent du Sénégal; mais si on examine de près toutes les considérations qui militent en faveur de l'un et de l'autre projet, on reconnaîtra, croyons-nous, que le premier tracé est préférable et devrait même être dirigé au nord de Bamakou et le plus près possible de Ségou. Rien n'empêcherait d'ailleurs de relier cette ligne ferrée par de simples et bonnes routes au Fouta Djallon. Sur les traces de M. Aimé Olivier est actuellement engagé le docteur Bayol qui avait fait partie de la mission Gallieni. Ses dernières nouvelles, datées de Bambaïa, nous avaient fait espérer qu'il pourrait, comme son devancier, atteindre Timbo et remplir son programme en poussant jusqu'à Kankan sur le Milo, affluent du Niger, et revenir au Sénégal en explorant le pays de Bouré dont les mines d'or ont une certaine réputation dans la Nigritie occidentale. Nous apprenons à l'instant que M. Bayol a réussi dans sa tâche et qu'il vient d'arriver en France.

Avant de dépasser la côte de Guinée sur laquelle nous n'avons à signaler aucun fait géographique important, nous nous reporterons au nord où, avec raison, les Italiens étudient de préférence la Tripolitaine, l'Égypte et le Soudan oriental et central.

Les missionnaires de la société italienne d'exploration commerciale ayant relevé quelques itinéraires sur les côtes de la Cyrénaïque, entre Benghasi et Dernah, et recueilli des collections d'histoire naturelle, nous pouvons rappeler ici les noms de MM. Camperio, Mamoli, Haimann et Pastore, dont l'entreprise a surtout un caractère politico-commercial. Sans doute ce genre d'exploration a bien son intérêt; mais, étant donné un cadre aussi restreint que celui-ci pour un nombre considérable et toujours croissant de travaux scientifiques, il nous est impossible de l'ouvrir aux voyages d'agrément, fût-ce à l'Himalaya, et à ceux qui sont entrepris dans un but trop exclusif et différent du nôtre.

C'est à environ un degré au nord de notre établissement d'Obock, que les Italiens avaient acheté en 1879 au sultan des Danakil, sur la côte de la mer Rouge, la baie d'Assab dont ils prirent possession en 1881 malgré les protestations de l'Égypte. La société italienne de géographie, profitant de cette circonstance, envoya une mission pour reconnaître le cours de la rivière Awasi. Malheureusement la mission, dirigée par M. Giulietti, n'était pas encore éloignée de six jours de marche de la côte qu'elle était tout entière massacrée. L'Italie a encore perdu cette année, et au moment où elle se préparait à fêter leur retour, deux hommes qui ont rendu de bien grands services à la science géographique : R. Gessi pacha et le docteur Matteucci.

Nous avons vu qu'une partie des collections de Gessi formait à l'exposition de Venise le plus bel ornement de la section égyptienne. C'est dans les possessions équatoriales du Khédive que Gessi passa 24 ans à voyager, combattre les esclavagistes et organiser l'administration. Accompagné d'environ 500 soldats, il revenait récemment à Khartoum lorsque ses barques se trouvèrent prises au milieu des Ambadj, arbustes aquatiques qui croissent dans le haut Nil et ses affluents. Gessi et sa troupe, n'ayant des provisions que pour 40 jours, durent passer 3 mois dans ce lieu malsain ; et lorsqu'un vapeur arriva à leurs secours, 450 hommes avaient déjà succombé aux privations et aux maladies. Gessi épuisé ne put dépasser Suez où il mourut le 22 avril.

Avant de sortir du bassin du Nil, nous signalerons les données nouvelles et plus précises dues aux voyages du docteur Junker dans le pays de Sandeh ou Niam niam au nord de Momboutou, et les reconnaissances poussées au sud-ouest du lac Tzana (Abyssinie) par M. Stecker.

Une exploration, dont l'importance ne dépend pas uniquement de sa longueur, s'impose maintenant à notre attention. Grâce aux libéralités du prince Borghèse, le docteur Matteucci et le lieutenant Massari ont été les premiers Européens qui, sur les parallèles moyens de 13° et 14° de latitude nord, aient traversé l'Afrique du Nil au Niger. De Khartoum aux confins du Ouaday, d'où le prince Borghèse revint en Italie, du Ouaday au lac Tchad et au Niger, les voyageurs italiens n'auront sans doute pas révélé des pays tout à fait inconnus; mais leurs travaux serviront surtout à relier entre eux les résultats obtenus séparément par de précédents voyageurs dans chacune des régions traversées.

La mémoire et les études du docteur Matteucci, que la fièvre a enlevé à son retour à Londres, ne seront point oubliées. Nous les retrouverons dans le récit que publiera bientôt son jeune compagnon, M. Massari. En outre des nombreuses observations météorologiques prises chaque jour, Massari a calculé les positions de Kab kabià, Abou gheren, Nieri, Abêche, Gamsa, et relevé soigneusement à l'estime tous les itinéraires. Il pense enfin qu'il serait facile de nouer des relations commerciales avec les populations du Soudan, surtout avec celles de l'ouest qui occupent, entre le lac Tchad et le Niger, les territoires fertiles de l'État de Sakatou ou Sokoto.

La Société africaine de Berlin patronne ici un négociant, M. Flegel, dont les récentes reconnaissances du Niger entre Kabba et Komba, du 9° au 12° degré de latitude nord, réduisent à une centaine de kilomètres la partie encore inconnue de ce fleuve. Quoique la puissance du sultan de Sokoto soit fort ébranlée, M. Flegel espère que sa recommandation lui permettra de traverser l'Adamaoua et d'aller découvrir les sources de la Bénoué.

Une bien large tache blanche nous sépare ici, sur la carte, des bassins de l'Ogooué et du Congo, où deux hommes doués d'une égale énergie, Brazza et Stanley, continuent à lutter contre des difficultés considérables avec le tempérament et le génie particuliers à leur race. L'un, avec de faibles ressources, n'a pu avancer que lentement, en se conciliant l'affection des populations qui le considèrent comme l'apôtre de la liberté, et il ne dépend pas de lui de faire de l'Ogooué le vrai débou-

ché des produits de l'Afrique équatoriale. Les obstacles matériels que rencontre le second peuvent s'aplanir avec des millions et on ne les lui refuse pas; son entreprise n'est donc qu'œuvre de temps et de patience. Les dernières nouvelles de Brazza et Stanley n'ajoutent rien d'important aux renseignements de notre dernière Revue; mais, depuis cette époque, le docteur Ballay est allé rejoindre Brazza et, d'autre part, des sociétés religieuses anglaises ont créé plusieurs stations sur les bords du Congo, entre son embouchure et Stanleypool, en amont des dernières cataractes.

Si nous descendons la côte occidentale d'Afrique jusqu'au sud du Benguela, nous rencontrons le fleuve Kounéné, dont le peu d'importance à son embouchure paraissait inexplicable vu la longueur de son cours. Deux Français, M. Dufour et le P. Duparquet, missionnaire de l'Ovaherero, dans le Damara, viennent d'avoir l'occasion de résoudre ce problème. Un négociant, M. Erickson, ayant organisé une caravane, nos compatriotes se joignirent à elle. Ils parcoururent ainsi l'Ovampo, dont ils dressèrent un croquis, et reconnurent que l'Omovaré ou rivière d'Ovampo, qui forme le lac Etocha, n'est point un affluent, mais bien un déversoir intérieur du Kounéné.

Nous ne traverserons pas l'Afrique australe sans mentionner la publication de la carte au 1/1 000 000 de M. Ravenstein. Cette carte, qui ne comprend que la partie sud-est de l'Afrique, a été dressée avec le même soin que la carte complète du continent au 1/2 000 000, dont l'exécution a été confiée au capitaine de Lannoy.

Cette année encore, l'aperçu de nos progrès géographiques sur les côtes orientales d'Afrique est presque un martyrologe.

Dans le sud du Mozambique, une partie du cours de la rivière Sabia a été relevée par une mission anglaise. En arrivant au kraal d'Oumzila, le chef de la mission, M. Phipson Wybrants, et deux de ses compagnons ont été enlevés par la dysenterie; et c'est à grand'peine que M. Owen a pu rapporter à Sofola les documents recueillis au cours de l'exploration.

Non moins funeste est la région comprise entre la côte et les grands lacs Nyassa, Tanganika et Victoria-Nyanza, dont le siège impose de lourds sacrifices à l'Association internationale africaine, et particulièrement au comité belge. Ici, les sombres forêts, où l'éléphant se frayerait difficilement un chemin, et les marécages, où chariots et porteurs restent embourbés, répandent dans l'atmosphère leurs miasmes empoisonnés; les populations ignorantes, sauvages, sont abruties par la misère, réduites par l'esclavage, décimées par la famine, les luttes intestines et les sacrifices humains.

Tout est à faire : étudier, assainir et mettre en valeur ce pays; moraliser, instruire, utiliser — ou faire disparaître — ces populations. C'est l'œuvre du temps, c'est, hélas! la loi éternelle du progrès, qui condamne l'homme, non seulement à vivre à la sueur de son front, mais qui l'oblige — par suite de la fatale inégalité des races — à recommencer perpétuellement ce que nous appelons la conquête plus ou moins pacifique du globe.

La Belgique a fait ici des pertes cruelles, parmi lesquelles nous citerons celles du capitaine Popelin, qui avait été chargé de fonder une nouvelle station sur les rives occidentales du Tanganika, et de M. de Leu, qui a succombé à Tabora, en se rendant à Karéma.

Le dernier courrier de Zanzibar nous a également apporté la triste nouvelle de l'assassinat des PP. Deniaud, Augier et d'Hoop, de la mission de Bikari, à 120 kilomètres au nord d'Oujiji. L'état de nos autres missions du lac Victoria-Nyanza, de Tabora, M'Dabaurou, M'Honda, etc., semble plus satisfaisant; mais le capitaine Bloyet, fondateur et chef de notre station de Koua Mgoungou, dans l'Oussagara, est retombé malade à Bagamoyo, où il a été recueilli par les pères du Saint-Esprit. Enfin, les missionnaires anglais dans l'Ougoua rencontrent d'assez sérieuses difficultés de la part des commerçants arabes.

Ces négociants sont peut-être les seuls étrangers qui pénètrent actuellement dans la vaste région, presque inconnue, habitée par les tribus Galla ou Orma que le fleuve Haine sépare des Çomâli refoulés à l'extrémité orientale de l'Afrique.

Grâce aux voyages de M. G. Revoil, on commence aujourd'hui à connaître la structure générale de la partie nord du pays Çomal, entre la chaîne des monts Karkar et le golfe d'Aden. M. G. Revoil devant faire prochainement à la Société de géographie le récit de son troisième et dernier voyage, nous nous bornerons à constater que la mission qui lui a été confiée par le ministère de l'instruction publique a été également fructueuse pour la géographie, l'ethnographie et les sciences naturelles.

Si nous jetons maintenant un regard d'ensemble sur le grand continent asiatique, nous voyons qu'ici les Anglais et les Russes sont les agents les plus actifs de la science géographique. Leurs progrès scientifiques sont parallèles à ceux de leurs armes; partout où ils peuvent faire une exploration, ils déplacent aussitôt sur la carte les limites de leurs possessions, ainsi nommées limites scientifiques. Comprenant trop tard cette théorie, et trop divisées pour s'y opposer avec quelque chance de succès, les populations de l'Asie centrale ont presque toutes perdu leur indépendance politique; de sorte que s'il ne restait encore à l'Occident une petite porte ouverte par la Turquie d'Asie, la Perse et l'Afghanistan déjà entamé, on pourrait dire que l'Angleterre et la Russie ont complètement fermé à l'Europe l'accès continental du marché asiatique. Mais en étendant démesurément les frontières de la Sibérie et de l'Inde vers le centre de l'Asie, les Anglais et les Russes se sont heurtés à des adversaires plus perspicaces, qui ne redoutent pas moins aujourd'hui les missions scientifiques que les missions religieuses. Les Russes ont dû rendre à la Chine le district de Kouldja, et les Anglais sont réduits à faire explorer le Thibet par des Pundit sur lesquels Chinois et Thibétains commencent à avoir l'œil ouvert. Avant de passer à l'extrême Orient, nous allons suivre de plus près les travaux auxquels nous avons fait allusion.

Ceux des Anglais intéressent particulièrement l'Arabie, l'Afghanistan, le Beloutchistan, la Perse septentrionale, l'Hindou Kouch et l'Himalaya.

Les récents levés de MM. Holdich, Woodthorpe, Gore, Seach, etc., complètent à environ 26 000 milles carrés la surface étudiée au Beloutchistan et en Afghanistan par les officiers anglais, depuis leur dernière campagne dans ce pays. Toutes les grandes routes militaires et commerciales entre l'Indus et l'Helmond sont aujourd'hui reconnues, et la carte de l'Afghanistan oriental n'a plus à subir que des corrections et additions de détail. Il en est autrement de la vallée du Hérat et du Khoraçan dont les grandes lignes sont à peine déterminées. De ce côté le colonel Stewart s'est avancé cette année jusqu'à Meschéd et a même poussé une pointe rapide chez les Tourkmén tékké rejetés par les Russes sur les bords de la rivière Attrek.

Au nord de l'Hindoustan, nous n'avions guère que des renseignements de seconde main sur le Kafiristan dont les principales artères, les rivières Swat et Kunar, viennent d'être relevées par le colonel Tanner.

Les districts de Chitral, Hunza et Karambar ont été plus spécialement étudiées par le major Biddulph qui ne s'accorde pas avec son collègue, le major Raverty, sur la position des fameux monts Bolor : *moult hauts,* nous dit Marco Polo, *et habités par des gens ydres et sauvages qui vivent de chassoi de bestes, ont vestements de cuir de bestes et sont mauvaise gent durement.*

M. Biddulph, en plaçant cette contrée de Bolor entre le Chitral et le Gilgit, et M. Raverty en la reportant plus à l'est dans le Baltistan, montrent une fois de plus combien il est difficile aux voyageurs de ne point subir l'influence exagérée des souvenirs du passé, et de ne pas toujours rapporter à ce qu'ils voient tout ce qu'ils ont lu ou entendu dire sur les populations et les pays voisins. C'est ainsi que F. Garnier, entrant en Chine par Pou eul et Yuen Kiang, et n'ayant qu'une idée vague de l'histoire des Annamites, les croyait descendus du Yun nan central et occidental vers l'Indo-Chine, etc. Sans doute, ces rapprochements donnent plus d'intérêt aux travaux des explorateurs que nous avons trop encouragés dans cette tendance. Il convient aujourd'hui de les rappeler à la méthode scientifique en leur disant que les aperçus trop larges, et par conséquent de peu de valeur, apportent plus de confusions que d'éclaircissements dans les questions et qu'en tout cas, avant de s'y laisser entrainer, il faut avoir étudié à fond tous les détails.

Avec M. Delmar Morgan, dont le voyage de Tachkend à Semiretchinsk, Vernoié, Kouldja et à la passe de Mouzart précisera encore nos connaissances géographiques sur les Himalaya du nord ou Thian chan, nous abordons le champ exploité par les Russes qui comprend la région aralo-caspienne, les bassins du Syr daria et de l'Amou daria (Oxus), le Pamir, le Turkestan oriental et la Sibérie.

Moins d'un an s'est écoulé depuis que les Russes ont enlevé Géok tépé aux Turcomans, et déjà un chemin de fer de 225 kilomètres relie le port de Mikhaïlovski sur la Caspienne à Kizil arvath. Cette ligne sera provisoirement prolongée jusqu'à Bami (à 192 kilomètres d'Askabad) par une voie ferrée à traction de chevaux. Tout récemment, M. Gachet, qui a suivi la dernière expédition du général Skobélef contre l'oasis d'Akal tekké, nous faisait remarquer que la nature du sol présente ici la plus grande ressemblance avec celle du Sahara, et que les ingénieurs du transsaharien n'auraient qu'à imiter les ingénieurs russes.

Bien des événements peuvent, il est vrai, retarder l'exécution des projets anglo-russes ; et cependant nous ne croyons pas fort éloigné le jour où les lignes de l'Inde, prolongées de Sibi à Candahar et Hérat, viendront à Serek rejoindre la ligne russe.

Comme on le soupçonnait, d'après les renseignements de quelques Turcomans, l'Ousboï, qui va de l'Aral à la Caspienne, n'est pas le seul lit desséché de l'Oxus. Après avoir parcouru 200 kilomètres à travers le redoutable désert Kizil koum, le lieutenant Kalitine vient, en effet, de découvrir par 40°,10′ à l'ouest de Geok tépé un autre ancien lit, nommé Tchardjoui daria, large d'environ 600 mètres et envahi sur plusieurs points par les sables mouvants. M. Kalitine l'a relevé sur une longueur de 30 kilomètres et croit qu'il va, à l'ouest, rejoindre l'Ousboï.

De nouveaux et nombreux nivellements sont encore nécessaires pour prendre parti dans la question de la dérivation de l'Oxus vers la Caspienne que les Russes étudient avec ardeur depuis plusieurs années. Si les résultats obtenus doivent faire perdre l'espoir d'ouvrir cette voie à la navigation, ils pourront être utilisés pour l'établissement d'un chemin de fer entre l'Europe orientale et le centre de l'Asie.

Aucune donnée nouvelle ne nous est parvenue cette année du célèbre plateau de Pamir, sur lequel nous attendons avec impatience la publication de l'ouvrage de M. Sévertsof qui, en descendant jusqu'au Pamir alitchour, a dû couper, suivant nous, l'itinéraire de Marco Polo.

Tandis que M. Régel étudiait en archéologue et en naturaliste les régions comprises entre Kouldja et Tourfan, l'expédition de M. Kisselef, au Turkestan oriental, se trouvait en face d'une montagne en feu. Le Baï fur chan (en turc, Zemch tagh) brûle depuis longtemps ; mais une montagne voisine, le Kizil tagh, qui a eu autrefois l'apparence rouge qu'indique son nom, est actuellement éteinte. Ainsi semble aujourd'hui condamnée l'hypothèse de l'existence des volcans en Asie centrale, qui reposait moins sur des théories géologiques que sur les descriptions inexactes ou mal comprises des indigènes. Nous savons maintenant que la combustion des masses de houille et de charbon de terre, dont plusieurs montagnes sont presque entièrement composées, est l'unique cause des gigantesques incendies du Thian chan.

A l'extrémité occidentale de cet énorme soulèvement se reproduisent des phénomènes semblables. Cette année même, en effet, deux Français, MM. Bonvalot et Capus, remontèrent la vallée du Yagnau, affluent du Zérafchan, et, s'élevant par un sentier vertigineux à une altitude de 3000 mètres, ils purent contempler le grandiose et terrible spectacle de l'incendie du Kou tagh. La partie supérieure de cette montagne est seule en feu ; il s'en dégage de suffocantes vapeurs sulfureuses. Précédemment, MM. Bonvalot et Capus avaient profité du retour en Afghanistan d'une ambassade de l'émir au général de Kauffmann pour se rendre de

Samarcande à Termes sur l'Amou daria. Ils avaient visité, près de cette localité, d'immenses ruines de monuments et de forteresses en briques cuites d'où s'échangeaient les signaux avec l'antique Balk, et recueilli beaucoup de légendes où se trouvent les noms d'Alexandre le Grand, Baber, Tamerlan...

C'est sans doute la première fois que des Européens visitent les ruines de Termes, ruines musulmanes qui recouvrent peut-être les ruines d'une ancienne cité grecque.

M. Bischoffsheim, dont la libéralité a rendu possibles les voyages de MM. Bonvalot et Capus, vient d'informer la Société de géographie de leur retour qui s'est effectué par Khiva et le plateau de l'Oust ourt, entre l'Aral et la Caspienne. Ajoutons que nos deux compatriotes ont constamment trouvé auprès des autorités russes l'accueil le plus bienveillant et toutes les facilités désirables pour recueillir d'abondants matériaux de géographie et d'histoire naturelle.

A côté de ces noms français, plaçons encore ceux de MM. de Sarzec et Chantre, quoique leurs travaux en Turquie d'Asie intéressent uniquement l'archéologie et l'histoire naturelle, et celui de M. Cotteau qui consacre intelligemment ses loisirs et ses modestes rentes à visiter tantôt un continent, tantôt un autre. Cette année il quittait Paris le 6 mai, traversait l'Europe et la Sibérie et arrivait, trois mois après, au Japon, en retard de deux jours seulement sur le plan qu'il s'était tracé à l'avance.

Que de temps, que d'argent il eût fallu autrefois pour franchir ces 15 923 kilomètres!

Eh bien, pour 2500 francs, M. Cotteau en a fait 12 688 en chemin de fer ou bateau à vapeur, et 3235 en tarantass, voiture sibérienne qui laisse tout désirer quand on n'en a pas une longue habitude. La navigation à vapeur dans le bassin de l'Obi, le voyage en tarantass de Tomsk à Strietensk et la descente en paquebot de l'Amour et de l'Oussouri formeront certainement les plus curieux chapitres de la relation (1) que nous promet M. Cotteau.

Le savant colonel Vénukoff a communiqué récemment à la Société de géographie quelques renseignements sur l'expédition russe envoyée au printemps dans la baie de l'Obi : le colonel Moïsséeff et M. Fuchs, astronome, ont déterminé onze positions astronomiques nouvelles d'après lesquelles il faudrait reporter de 20 à 25 kilomètres plus à l'ouest le tracé de la côte orientale de la baie de l'Obi.

La Société de géographie de Saint-Pétersbourg, qui agit de concert avec les autres institutions scientifiques, a pris l'initiative de la création d'un observatoire météorologique et magnétique à l'embouchure de la Léna. Cette mission a été confiée à M. Yurghens, officier du corps des pilotes qui aura pour compagnons M. Eigner, mathématicien et le docteur Bunge. Leur itinéraire, tout indiqué par le bassin de l'Obi, Tomsk, Irkousk et la Léna, comprend 6000 kilomètres en traîneau et 3000 en barque depuis Katchouga jusqu'à Oust Léna. Après avoir construit leur observatoire, ils devront y passer un an, puis revenir par la même voie. Qu'on juge des privations et des difficultés auxquelles ils vont se soumettre pour rapporter une foule d'observations régulières sur le climat des régions polaires!

(1) Voir le *Globe* du 9 décembre 1881.

En ce qui concerne l'extrême Orient, les géographes ont un peu vécu cette année de souvenirs et d'espérances. Les souvenirs, nous les retrouverions dans nos précédentes revues; mais avant de parler des espérances il convient de signaler la publication par M. Sandmann des documents recueillis par le Pundit A-a dans le cours de son exploration de l'Iraouaddy au nord de Bhamo.

Partout ailleurs ces documents, qui nous font connaître la vallée d'un fleuve sur une longueur de deux degrés, seraient jugés fort intéressants. Mais ici se pose un des grands problèmes de géographie physique, et il faut avouer qu'en ne dépassant pas le vingt-sixième degré de latitude nord, le Pundit A-a est malheureusement resté en dehors de la limite dans laquelle on peut éclaircir la question des sources de l'Iraouaddy. Wilcox, d'un côté, et l'abbé Desgodins, de l'autre, ont encore sondé de plus près la région où se trouve l'inconnu d'un problème que bien des gens se figurent avoir étudié géographiquement pour en avoir refait l'historique.

Un des derniers courriers de l'Inde donnait les résultats du dernier recensement de la Birmanie anglaise. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que cette possession dont l'étendue est de 87 220 milles carrés a une population de 3 736 771 habitants, soit une augmentation d'environ 1 million depuis dix ans. Rangoun, qui comptait 100 000 âmes en 1872, en a maintenant 135 000.

Le récent voyage de lord Ripon, gouverneur général de l'Inde dans la Birmanie anglaise, a été interprété comme l'indice du désir de renouer avec la Birmanie indépendante les relations interrompues depuis l'avènement du roi Thibao. Quelle que soit la tournure que prendront ici les événements, nous devons affirmer dès maintenant nos vues sur l'Indo-Chine orientale, non par de nouvelles aventures, mais par de sérieuses études. Depuis longtemps nous devrions connaître l'état des pays qui séparent notre Cochinchine des riches provinces du sud de la Chine, quelles populations les habitent, quelles relations peuvent être établies, quelles voies ouvertes au commerce, etc. C'est là le rôle des explorateurs géographes. Mais n'y a-t-il pas lieu de tracer aussi le domaine des topographes? Ne devraient-ils pas chaque année reporter d'au moins une trentaine de milles en dehors des frontières de notre colonie l'étendue de nos levés? L'étude des sciences naturelles qui exige un long séjour dans les mêmes régions ne devrait-elle pas être entreprise à peu près de la même façon? Que d'éléments non employés jusqu'à présent sans compter les missionnaires qu'on devrait aider et encourager! Plus on étudie l'Indo-Chine orientale, plus on s'aperçoit du peu que nous savons en comparaison de ce qui reste à faire.

M. Le Myre de Vilers, gouverneur civil de la Cochinchine, a déjà montré l'intérêt qu'il prenait aux explorations dont il comprend toute l'importance; mais il faut faire davantage, comme nous venons de le dire, et opérer partout avec suite et méthode. De plus grandes ressources sont donc nécessaires; aussi espérons-nous que le ministère de l'instruction

publique, celui de la marine marchande et des colonies et le gouvernement de Cochinchine vont enfin unir leurs efforts pour entreprendre une œuvre éminemment utile au pays.

Nous ne quitterons pas l'Indo-Chine sans enregistrer le départ de M. Delaporte qui est allé continuer ses fouilles archéologiques au Cambodge; de M. Harmand, consul de France à Bangkok, chargé d'une mission d'histoire naturelle par le ministère de l'instruction publique; et enfin celui de M. Aymonier, chef du protectorat français au Cambodge. Pendant le congé qu'il vient de passer à Paris, M. Aymonier, dont il est inutile de rappeler les nombreux travaux philologiques, ethnographiques et historiques, a fait à l'Académie des inscriptions et belles-lettres un récit succinct de sa dernière exploration à l'est des grands lacs du Cambodge où il a découvert un grand nombre d'inscriptions, les unes en sanscrit, les autres en qhiam ou ciampois, etc. Ces inscriptions et les légendes qu'il a traduites lui ont permis déjà d'ajouter plusieurs faits importants à l'histoire des Khmer et des Qhiam, d'en préciser les dates ainsi que celles de la fondation de plusieurs monuments cambodgiens. Les travaux antérieurs de M. Aymonier le désignaient naturellement au choix du ministère de l'instruction publique pour une nouvelle mission.

L'Océanie est moins le domaine des géographes que celui des hydrographes. Il faut toutefois en excepter les grandes îles où, cette année, les voyages ont eu principalement pour objectif les sciences naturelles et le commerce. Nous aurions voulu revenir avec plus de détails sur le voyage du docteur Montano à Soulou et Mindanao, mais il n'est que temps de traverser le Pacifique et d'aborder le continent américain.

Le traité du 31 juillet 1881 vient de partager la Patagonie entre la république Argentine et le Chili. Celui-ci s'annexe tout le territoire compris entre les Cordillères et le Pacifique, plus les îles de l'ouest et du sud; le tiers de la Terre de Feu et la partie orientale de la Patagonie reviennent à la république Argentine qui multiplie les explorations de sa nouvelle acquisition. Une des plus importantes a été confiée au lieutenant Rodde, qui étudie la Patagonie septentrionale et doit rechercher, dans les Cordillères, à la hauteur des îles Chiloe, la passe de Bariloche qui fut découverte en 1715 par J. Guillermo.

Aucun arrangement n'est encore intervenu au sujet du territoire des Missions, entre la république Argentine et le Brésil. En étendant le réseau de leurs chemins de fer, dont le développement atteint près de 5000 kilomètres, les Brésiliens ne négligent pas les études géographiques.

Celle du fleuve San-Francisco et des provinces qu'il arrose a été faite d'une façon très complète par M. Milner Roberts.

Dans le bassin de l'Amazone, de nouvelles reconnaissances de ses affluents, la Morona et la Pastazza, ont été faites par M. Wiener; enfin le docteur Crevaux vient de repartir pour la quatrième fois avec l'intention de remonter le Paraguay jusqu'à ses sources et de redescendre à l'Amazone par le Tapajos.

De l'isthme de Panama, auquel M. Ferdinand de Lesseps a pour toujours attaché le nom de la France avec le sien, jusqu'aux frontières septentrionales des États-Unis, nous n'aurions à relever que des faits géographiques bien connus; mais, en entrant dans la Nouvelle-Bretagne, nous assistons aux préparatifs de l'immense entreprise du *Canadian pacific railway*, et nous voyons M. Sandford Flemming attacher son nom à l'exploration du vaste territoire compris entre Essington, sur la côte du Pacifique, en face des îles de la Reine-Charlotte et le lac Winnipeg.

Le professeur Bell, du *Geological survey* du Canada, a publié la description des rivières Churchill et Nelson, qui se jettent dans la baie d'Hudson. M. Bell avait d'abord étudié la partie orientale de cette baie.

Avec ses rochers de plusieurs centaines de mètres qui plongent à pic dans la baie, et ses lacs aériens peuplés de phoques et d'oiseaux aquatiques, cette région présente un aspect d'une grandeur sauvage.

La partie nord-est de la côte du Labrador, à laquelle le capitaine Boulton vient de faire subir quelques corrections géographiques, est tout à fait désolée, sans végétation; ses rares habitants ne vivent que grâce aux secours des missionnaires dont les stations sont échelonnées entre les parallèles de 54° et 59°.

Nous arrivons maintenant à ces régions polaires où l'amour de la science et l'attrait de l'inconnu semblent seuls solliciter les explorateurs. Cette année cependant — comme le constatait M. Maunoir, dans son rapport annuel, qui nous a servi de guide dans notre long voyage — un autre mobile est intervenu dans l'organisation des expéditions polaires. C'est au nom du principe d'humanité, « secourez-vous les uns les autres », que les Américains ont envoyé successivement cinq expéditions à la recherche de la *Jeannette*.

Les inquiétudes qu'exprimait le secrétaire général de la Société de géographie viennent d'être heureusement dissipées par le télégramme expédié d'Irkousk (Sibérie), le 19 décembre au général Ignatieff.

Il en ressort que, le 23 juin, par 77° de latitude nord et 157° de longitude (à l'est de Greenwich ?) la *Jeannette* a été écrasée par les glaces. Son équipage l'a abandonnée sur trois embarcations qui, à 50 milles du delta de la Léna, ont été séparées par le mauvais temps. Le 29 septembre, l'embarcation n° 3, commandée par le mécanicien Melville, a atteint l'embouchure orientale de la Léna près du village Bolonenga où arrivait aussi, le 29 octobre, l'embarcation n° 1 montée par deux matelots. Ils avaient été expédiés par le commandant de Long, pour demander des secours qu'on s'est empressé de lui envoyer à l'embouchure nord de la Léna. Le bateau n° 2, commandé par le lieutenant Chipp, dont on était sans nouvelle, a probablement atteint un autre point de la côte.

Presque en même temps, et alors que l'Angleterre se disposait à envoyer à la recherche de Leigh Smith, on recevait des nouvelles de l'*Eira*. Le capitaine Isaaken, commandant d'un baleinier norvégien, qui a rencontré l'*Eira*, au mois de juillet, près de la Nouvelle-Zemble, pense que M. Leigh Smith a pu aller hiverner à la terre François-Joseph.

Quoique les expéditions américaines envoyées à la re-

cherche de la *Jeannette* n'aient pas atteint leur principal but, il convient de compléter nos renseignements antérieurs.

Le *Corwin,* qui était parti de San Francisco le 4 mai, est arrivé le 12 août à la terre de Wrangell, qu'avait déjà visitée en 1866 un baleinier allemand. Le capitaine Hooper du *Corwin* a débarqué, non sans difficultés, à la terre de Wrangell dont il a pris possession pour les États-Unis et qu'il a baptisée du nom de Nouvelle-Colombie. Il s'est assuré qu'elle est située à 25 milles plus au nord que ne l'indiquent les cartes.

Un mois plus tard, le lieutenant Berry, avec le *Rodgers,* atteignait l'île Hérald, puis la terre de Wrangell qu'il reconnaissait être une île.

Enfin à l'est du Groenland, l'*Alliance,* commandée par le capitaine Wadleigh, n'a pu dépasser la latitude de 79°,36'.

Les Américains ont été, croyons-nous, les premiers à appliquer les idées de C. Weyprecht; à la suite des trois conférences internationales de Hambourg (1879), Berne (1880) et Saint-Pétersbourg (1881), la création des stations circumpolaires a été décidée. Pour leur part, les États-Unis vont en entretenir deux.

Le lieutenant Ray, du « Signal service », a été chargé d'installer l'une près du cap Barrow, et le lieutenant Greely, du département de la guerre, a déjà établi la seconde au port de Discovery, à l'entrée de la baie Lady-Franklin.

Ce nom évoque le souvenir d'un drame déjà vieux, dont le dénouement reste encore incertain malgré le rapport que vient de faire un capitaine américain.

Il y a trente-quatre ans que sir John Franklin pénétrait avec l'*Erebus* et le *Terror* dans le détroit de Lancastre où on perdait ses traces. Alors, comme aujourd'hui pour la *Jeannette,* de tous côtés on s'inquiétait, on envoyait des expéditions, mais toujours sans résultat. Le capitaine Adams serait-il enfin plus heureux que ses prédécesseurs ?

En passant entre l'île Cockburn et la presqu'île Melville, il a questionné un indigène qui, dans sa jeunesse, aurait vu plusieurs blancs venus par terre de Repulse Bay dans le sud de la presqu'île. Cet indigène a montré au capitaine Adams les sépultures de ces étrangers en ajoutant qu'ils venaient de deux navires naufragés au loin dans l'Est. Un navire se perdant dans le canal de Fox, son équipage essayera sans doute de gagner la côte occidentale avec l'espoir de descendre à la baie d'Hudson; mais rien ne prouve encore que les deux navires dont il est ici question étaient ceux de Franklin.

Par cet aperçu des principales conquêtes géographiques de l'année, on peut juger que la tâche des géographes grandit constamment avec celle des explorateurs. Elle s'élargira sans cesse, car le progrès est la loi du mouvement géographique qui n'est pas dû aux caprices passagers de la mode, mais est imposé par la curiosité et les besoins de l'homme qu'on ne satisfera jamais complètement.

CORRESPONDANCE

Je voudrais répondre à quelques-unes des allégations contenues dans l'article de M. Le Bon, intitulé : *l'Anthropologie actuelle et l'étude des races* (*Revue scientifique,* n° du 17 décembre 1881).

Je ne relèverai point tout ce qui concerne les recherches qui me sont personnelles, recherches dont l'auteur de l'article en question a tant soit peu dénaturé les résultats et la signification.

Mais je crois qu'il est de mon devoir, en ma qualité d'élève et de disciple de Broca, de ne point laisser méconnaître la méthode d'un maître dont la mémoire est chère à tous les anthropologistes.

L'article de M. Le Bon a pu faire croire à quelques lecteurs que la *méthode des moyennes* consistait dans l'emploi exclusif des moyennes arithmétiques, et les exemples amusants au moyen desquels cet écrivain s'est complu à montrer les inconvénients de ladite méthode ont pu faire croire que c'était une méthode vraiment enfantine. Ces exemples ont dû, par là même, faire hautement ressortir le grand service rendu à l'anthropologie par le soi-disant inventeur de la méthode de la sériation.

Or voici la vérité.

La méthode dite *des moyennes* comprend non seulement le procédé des moyennes arithmétiques, mais aussi les procédés de l'ordination et de la sériation, et cette méthode a été introduite en anthropologie par Broca lui-même en 1861 (1), à l'occasion de ses premières recherches crâniométriques.

De plus, un important mémoire sur les avantages de la méthode de la sériation fut communiqué à la Société d'anthropologie, par M. le docteur Bertillon, en 1863 (2).

Par conséquent, les divers procédés mis en usage par la statistique ont été appliqués à l'anthropologie dès l'origine et n'ont cessé d'être employés depuis cette époque par les deux savants que je viens de citer.

Mais je m'en tiens à Broca, mon excellent maître, M. Bertillon pouvant bien se défendre, lui, s'il le juge à propos.

Broca appliqua le premier les procédés statistiques à la crâniologie, et il fit cette application comme une chose toute simple et qui va de soi, car il était doué au plus haut degré de la modestie qui caractérise les vrais savants. Il évitait de faire parade de ses connaissances mathématiques et s'abstenait de surcharger ses mémoires des calculs préparatoires et des chiffres qui n'étaient pas absolument nécessaires à la clarté des démonstrations. Il publia cependant en 1872 le tableau complet de la décomposition des séries sur lesquelles il avait étudié l'indice nasal (3).

(1) *Sur les crânes provenant d'un cimetière de la Cité, antérieur au* XIII*e siècle,* dans le *Bulletin de la Société d'anthropologie,* t. II, p. 504, 1861.

(2) *De la méthode en anthropologie,* dans le *Bulletin de la Société d'anthropologie,* t. IV, p. 234, 1863.

(3) *Mémoire sur l'indice nasal,* dans la *Revue d'anthropologie,* t. I, p. 38, 1872.

Il n'était donc pas bien difficile, en 1879, de réintroduire en anthropologie le procédé de la sériation qui s'étalait tout au long dans les *Bulletins de la Société d'anthropologie* et dans la *Revue d'anthropologie*. Il n'était pas plus difficile d'agrémenter ce procédé en reproduisant graphiquement des chiffres déjà connus.

Aussi cette réintroduction passa-t-elle auprès de Broca et des personnes au courant des recherches anthropologiques pour une simple dissertation. L'auteur, du reste, ne paraissait pas être très versé dans les questions de ce genre, car il lui arrivait de manier les moyennes en commettant quelques erreurs.

Mais lorsque Broca sut quelle était la prétention de M. Le Bon, il ne manqua pas de rétablir les faits tels qu'ils étaient. L'occasion lui en fut fournie par la publication de son dernier mémoire sur la méthode des moyennes (1). Il montra que les procédés de l'ordination et de la sériation faisaient partie de la méthode des moyennes telle qu'il l'avait introduite en anthropologie, et il expliqua pourquoi il avait donné à l'ensemble des procédés statistiques le nom de *méthode des moyennes*.

La vérité a donc été rétablie par Broca lui-même en 1879. Depuis, un anthropologiste italien des plus distingués, M. Morselli (2), qui ne connaissait pas les travaux de Broca, fit le reproche à M. Le Bon, tout en lui faisant force compliments, d'avoir passé sous silence le beau travail de M. Bertillon cité plus haut. Enfin j'ai protesté, moi aussi (3), contre l'illusion de M. Le Bon. Toutes ces réclamations sont restées inaperçues de cet écrivain, à en juger d'après son dernier article. J'avais donc le devoir de réclamer une fois de plus.

L. Manouvrier.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE 1881.

Géographie physique. — M. *Émile Blanchard* répond aux observations de M. Daubrée, présentées dans la séance du 19 décembre. L'auteur demeure très convaincu que les animaux et les végétaux qui vivent aujourd'hui ont été les contemporains d'une foule d'espèces éteintes. Il n'en est pas moins vrai que de médiocres variations dans les conditions d'existence déterminent des changements considérables dans les faunes et dans les flores. Des faits très certains, déjà nombreux et partout signalés, attestent qu'aux mêmes lieux les flores et les faunes des époques tertiaires diffèrent à beaucoup d'égards de celles observées au temps actuel.

— M. *Hébert* fait quelques observations sur l'état de la Méditerranée à la fin de l'époque tertiaire. Tous les géologues constatent que la mer a occupé la dépression méditerranéenne, non seulement aux époques anciennes, jurassiques, crétacées, etc., mais aux époques plus récentes de la période tertiaire, et même pendant la période quaternaire.

Certains phénomènes, dont on constate très nettement la nature, sembleraient indiquer qu'une émersion a pu avoir lieu à la fin de la période miocène. A un certain moment de cette période, la Méditerranée, beaucoup plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui, déposait d'épaisses assises d'un calcaire sableux (molasse), où se conservaient de nombreux débris des animaux qui l'habitaient. Sur tout son pourtour, la faune était bien la même ; ces gros échinodermes, notamment les clypéastres, que l'on trouve toujours les mêmes à de si grandes distances, soit dans le midi de la France, à Saint-Paul-Trois-Châteaux et à Nice, soit en Corse, en Italie, à Malte, en Égypte, en Hongrie, etc., indiquent qu'à cette époque bien déterminée de la série géologique, la mer Méditerranée, tout en s'étendant beaucoup plus qu'à l'époque actuelle, avait déjà une forme analogue et des caractères zoologiques spéciaux.

Sur une grande partie du pourtour de la Méditerranée, la mer quaternaire a recouvert à peu près régulièrement de ses sédiments le terrain pliocène. L'auteur croit que, jusqu'à ce moment, le fond de cette mer ne présentait point les grandes inégalités qu'on lui connaît aujourd'hui. Ces inégalités sont le résultat de dislocations qu'il considère comme postérieures au commencement de la période quaternaire.

Physiologie. — M. *Couty* étudie le mécanisme des troubles moteurs produits par les excitations ou les lésions des circonvolutions du cerveau.

Sur des animaux dont on a lésé le cerveau, la moelle isolée reste capable de commander, à elle seule, aux mouvements convulsifs qui sont venus consécutivement à la lésion corticale ; entre les deux phénomènes objectifs, altération anatomique de quelques circonvolutions et troubles pathologiques de quelques mouvements, il y a donc une modification fonctionnelle, plus difficile à saisir, qui siège dans la moelle; et cette modification intermédiaire et consécutive, très variable avec les individus, détermine seule la forme et la durée des symptômes extérieurs observés. Par suite, les circonvolutions ne paraissent avoir aucun rapport direct avec les muscles; pour leurs excitations expérimentales comme pour leurs lésions, c'est la moelle qui joue le rôle prédominant de centre de réaction et de transformation.

— M. *Brown Sequard* a fait quelques recherches expérimentales montrant que des causes diverses, mais surtout des lésions de l'encéphale, et en particulier du cervelet, peuvent déterminer, après la mort, une contracture générale ou locale, et il en arrive à conclure qu'une contracture véritable peut survenir un certain temps après aussi bien que quelque temps avant la mort, et que cette contracture peut durer longtemps et passer à l'état de rigidité cadavérique ou disparaître complètement et permettre alors de reconnaître la persistance de l'irritabilité musculaire; que des diverses parties de l'encéphale, celle qui a le plus de puissance pour produire de la contracture après la mort est le cervelet; que la conservation de l'attitude qu'ils avaient avant la mort et que l'on a observée chez des soldats tués sur un champ de bataille dépend non d'une apparition soudaine de rigidité cadavérique, mais de la production d'une contracture véritable.

— M. *C. de Merejkowsky* se propose de rechercher si les

(1) *Étude des variations crâniométriques et de leur influence sur les moyennes. — Détermination de la série suffisante*, par Paul Broca, dans le *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 1879.

(2) *Critica e riforma del metodo in antropologia*, 1880.

(3) *Revue d'anthropologie*, juillet 1881, p. 519.

crustacés inférieurs se comportent de la même manière en présence de lumières de différentes couleurs, comme cela a été démontré par M. Lubbock pour les fourmis.

Il résulte de ses expériences que ce qui agit sur les crustacés, ce n'est point la qualité de la lumière, c'est exclusivement sa quantité. Autrement dit, les crustacés inférieurs ont la perception de toute onde lumineuse et de toutes les différences, même très légères, dans son intensité; mais ils ne sont point capables de distinguer la nature des ondes de différentes couleurs. Ils distinguent très bien l'intensité des vibrations éthérées, leur amplitude, mais point leur nombre. Il y a donc, dans le mode de perception de la lumière, une grande différence entre les crustacés inférieurs et l'homme, et même entre eux et les fourmis; tandis que nous voyons les différentes couleurs et leurs différentes intensités, les crustacés inférieurs ne voient qu'une seule couleur dans ses différentes variations d'intensité. Nous percevons les couleurs comme couleurs; ils ne les perçoivent que comme lumière.

— M. *P. Cazeneuve* présente une note sur l'excrétion de l'acide urique chez les oiseaux.

L'auteur a institué des expériences pour rechercher si, en exagérant les combustions chez les oiseaux, ou en les ralentissant, il parviendrait à modifier l'équation de dédoublement des matières azotées, à augmenter l'urée aux dépens de l'acide urique par exemple.

Il résulte de ces expériences que l'activité de la combustion, ou la diminution, ne change pas le rapport des principes excrétés. La totalité des éléments augmente ou diminue avec la quantité de nourriture ingérée, et cette quantité est liée aux conditions stimulantes ou déprimantes du milieu.

Que conclure de ces observations? C'est que, suivant les espèces animales, le dédoublement des matières albuminoïdes s'opère suivant une équation spéciale. Ce dédoublement étant lié probablement à des phénomènes d'hydratation, plus encore qu'à des phénomènes d'oxydation, il n'y a rien d'étonnant que l'ingestion d'oxygène ou la privation de cet élément ne le modifie pas.

— M. *Maxime Cornu* s'occupe de la prolongation de l'activité végétative des cellules chlorophylliennes sous l'influence d'un parasite.

M. Schwendener a montré que les lichens ne sont point des êtres autonomes, mais des êtres complexes : ce sont des champignons parasites sur des algues qu'ils recouvrent et entourent d'un lacis de filaments, et aux dépens desquelles ils vivent.

Cette théorie, qui porte le nom de l'éminent botaniste qui l'a formulée, a été confirmée par les travaux de MM. Rees, Bornet et Stahl; le dernier en a donné, par la méthode synthétique, une magnifique démonstration expérimentale.

Pour la combattre, on a apporté une foule d'arguments, à tous lesquels une réponse satisfaisante a été fournie, sauf à un seul, qui est le suivant : comment expliquer que l'algue, enlacée par le champignon parasite, et qui ne peut vivre sans elle, continue à vivre, bien plus, qu'elle s'accroisse et se multiplie; au lieu de dépérir, elle semble acquérir une vigueur nouvelle. M. Van Tieghem explique ce fait singulier en supposant une forme spéciale de parasitisme qu'il appelle parasitisme réciproque.

L'auteur trouve des analogies étroites avec d'autres cas très nombreux de parasitisme.

Les érables sont souvent attaqués, à la fin de l'été, par un érysiphe (*E. guttata*), qui occupe la face inférieure des feuilles et y fructifie; à l'automne, ces feuilles jaunissent et tombent. Les régions occupées par l'*Erysiphe* demeurent vertes au milieu de tout le reste altéré, et cette teinte persiste, même sur les organes tombés à terre parfois pendant plusieurs semaines et dessinant des plaques parfaitement reconnaissables. Ce phénomène est très commun en France.

On rattache ainsi à des exemples très simples un fait général chez les lichens et dont l'explication paraît être des plus faciles désormais.

Physique. — MM. *Jacques* et *Pierre Curie* ont étudié les contractions et dilatations produites par des tensions électriques dans les cristaux hémièdres à faces inclinées.

Leurs expériences viennent prouver que, réciproquement, lorsqu'on charge d'électricités contraires les deux extrémités de l'axe d'un cristal hémièdre, il éprouve, suivant cet axe, soit une contraction, soit une dilatation, selon le sens dans lequel la tension électrique lui a été appliquée.

Les sens des deux phénomènes réciproques sont liés entre eux par la loi générale suivante, dont on doit l'énoncé à M. Lippmann, et qui est une généralisation de la loi de Lenz : « Le sens est toujours tel que le phénomène réciproque tende à s'opposer à la production du phénomène primitif. »

Physique du globe. — M. *J.-L. Soret* signale quelques tremblements de terre récemment ressentis en Savoie ; il cite, en premier lieu, les violentes secousses du 30 décembre 1879, qui paraissent avoir eu leur point d'origine vers le col de Golèze, lequel sépare la vallée de Sixt de celle de la Drance.

Deux tremblements de terre importants, présentant l'un avec l'autre une grande analogie, ont été ceux du 4 juillet 1880 et du 3 mars 1881.

Celui du 8 juin 1881, à minuit 38 minutes environ, se rapproche à quelques égards des précédents; il paraît avoir eu son origine en Valais ; il a été ressenti plus ou moins fortement dans la Savoie, particulièrement dans la vallée de l'Arve. Il a été très faible à Thonon et n'a pas été signalé à Évian.

On pourrait citer encore d'autres tremblements de terre ayant épargné certaines parties de la Savoie orientale, par exemple celui du 27 janvier 1881, qui, très violent à Berne, s'est propagé avec énergie dans les cantons de Vaud et de Genève, tandis qu'il restait à peu près inaperçu au sud du lac de Genève.

Si les faits qui viennent d'être signalés établissent que ces localités sont, au point de vue sismique, sous un autre régime que les régions avoisinantes, il ne faut pas cependant en conclure d'une manière absolue à une plus grande stabilité. Ainsi, le grand tremblement de terre du 22 juillet 1881 les a fortement atteintes. Cet ébranlement s'est étendu en France aux départements suivants : Drôme, Isère, Savoie, Haute-Savoie, Rhône, Saône-et-Loire, Ain, Jura et Doubs ; en Suisse, aux cantons de Genève, Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Soleure, Bâle, Argovie, Berne et Valais; en Italie, à tout le Piémont et jusqu'à Savone. Les points qui paraissent avoir subi les secousses les plus accentuées se répartissent sur une bande courbe, comprenant les vallées de la Maurienne et de la Tarentaise, Chambéry, Lyon, Bourg, Chalon. A Genève et dans presque toute la Haute-Savoie, y compris Thonon et Évian, l'ébranlement a été énergiquement ressenti (dépla-

cements de meubles). La secousse principale n'a point été simultanée.

Il y a aussi la remarquable période d'agitation sismique du mois de novembre 1881, pendant lequel on a compté, en Suisse, 29 secousses séparées, se répartissant sur 17 jours. Plusieurs d'entre elles ont aussi été ressenties en Allemagne, en Belgique, en Hollande, en Italie et en France. Celle du 25 novembre, à 6 heures 30 minutes du soir, a été très forte à Chamonix.

CHIMIE. — M. *Ad. Wurtz* présente une note sur le mode d'action des ferments solubles qui démontre que les deux ferments solubles, pepsine et papaïne, en se fixant, à l'état insoluble, sur certaines matières albuminoïdes, modifient ces dernières de telle façon qu'elles peuvent s'hydrater à 40° par l'action de l'eau pure, en formant de véritables peptones.

— M. *Daubrée* a fait une classification des cassures de divers ordres (lithoclases) que présente l'écorce terrestre, et il les répartit en trois grandes catégories ou classes : les leptoclases, cassures qui sont de dimensions faibles dans les deux sens, ou au moins dans un. Elles débitent une portion notable de l'écorce terrestre en menus fragments ; les diaclases, cassures qui s'étendent souvent, avec des formes à peu près planes, sur plus de 100 mètres dans le sens horizontal, ainsi que dans le sens vertical, et les paraclases (failles), cassures dont la forme se rapproche beaucoup de celles des diaclases, mais qui s'en distinguent par des dimensions beaucoup plus grandes, dépassant souvent 1000 mètres dans le sens horizontal, et surtout par la grandeur du rejet, indéfini dans la profondeur, qui les accompagne.

— M. *A. Trécul* cherche si la ramification dans les végétaux est partout et toujours acropète, et il trouve que puisqu'il y a des feuilles et des folioles dont les dents ou les vaisseaux de leurs nervures pennées naissent de haut en bas, il est évident que la formation basipète est indépendante de la constitution scorpioïde.

Donc la ramification n'est pas partout et toujours acropète; ce que démontre également la naissance des folioles ellesmêmes.

— M. *J. Riban* étudie la décomposition de quelques acétates métalliques en présence de l'eau et s'occupe de la production d'espèces minérales cristallisées.

Les acétates de manganèse, de cobalt, de nickel, de fer, de zinc, sont déjà décomposés après quatre ou cinq heures de chauffe et ne le sont encore qu'incomplètement après soixante-dix heures, avec formation d'acide acétique et d'oxydes métalliques : protoxyde de manganèse blanc en très faible quantité, oxyde rose de cobalt et hydrate vert pomme de nickel abondants.

L'acétate ferreux donne un dépôt noir d'oxyde ferreux, et l'on recueille une petite dose d'hydrogène de 2 à 5 centimètres cubes, suivant la durée de la chauffe, pour 1 gramme de sel, supposé anhydre, mis en réaction. Ce gaz provient de la transformation fort lente du protoxyde en oxyde magnétique aux dépens de l'eau; en effet, l'oxyde examiné rapidement sous l'eau à la fin de la réaction est partiellement attirable à l'aimant.

L'acétate d'urane en solutions à 2 pour 100 donne, après une centaine d'heures de chauffe de l'acide acétique, de l'oxyde d'uranium bien cristallisé, que l'on débarrasse de la silice des tubes par lévigation. Il répond à la formule U^2O^3, $2H^2O$; l'auteur a trouvé : sesquioxyde d'uranium, 89,2; eau, 10,8 au lieu de 88,9 et 11,1. Ce sont des prismes à six pans, parfois tellement surbaissés qu'ils dégénèrent en tables hexagonales.

L'acétate neutre de plomb n'éprouve qu'une faible trace de dédoublement; l'acétate tribasique est décomposé, avec dépôt blanc abondant de protoxyde de plomb.

Quant à l'acétate mercurique et au sel d'argent, ils donnent, par une chauffe prolongée, de l'acide acétique, de l'acide carbonique pur, du mercure et de l'argent. Ce dernier est en cristaux mêlés à de petites quantités d'argent filiforme.

L'acétate d'argent est particulièrement stable; après une cinquantaine d'heures de chauffe, on trouve encore des quantités notables de métal en solution.

— M. *Lorin* fait des recherches sur l'influence de la chaleur et des proportions de la glycérine sur la décomposition de l'acide oxalique.

Puisque l'acide oxalique se déshydrate partiellement, on doit avoir, lorsqu'on obtient tout l'acide formique de l'acide oxalique, un acide inférieur à 56,1, qui correspond à 4 HO, et pour les autres phases, un acide plus riche : c'est ainsi qu'avec 2 équivalents d'acide oxalique agissant sur un résidu, le troisième acide formique titrait 62, et le quatrième 61. Cette remarque subsiste quel que soit le nombre d'équivalents d'acide oxalique ; mais les titres sont plus élevés et peuvent atteindre 80.

Le sens de ces résultats reste le même, si l'on introduit préalablement de l'acide formique à 4 HO.

— M. *Naudin* a étudié l'essence d'angélique.

A la pression normale, son point d'ébullition est loin d'être fixe.

A 330°, le liquide est bleu.

Si l'on veut fractionner de nouveau l'une quelconque de ces parties, on remarque que le point d'ébullition le plus haut, obtenu tout d'abord, est très vite dépassé. On doit en conclure que l'ébullition seule, même hors du contact de l'air, polymérise l'essence de manière à empêcher de distiller le liquide, si l'action de la chaleur a été suffisamment prolongée.

Après quatre cent trente-deux heures de chauffe, le pouvoir rotatoire tend vers une limite, 9°,44'.

Une élévation de température au delà de 100° accélère notablement cette perte de propriétés optiques; car à 180°, en tube scellé, la limite 9°,44' est atteinte au bout de six heures. Le carbure devient pâteux et se colore légèrement en brun.

L'analyse de ce corps pâteux, obtenu comme il est dit plus haut, donne exactement les nombres du carbure initial. Il s'ensuit que la chaleur *seule* exerce une action polymérisante sur ce corps.

Ce carbure, que l'auteur propose de nommer *térébangélène*, pour rappeler, à la fois, son isomérie avec le térébenthène et son origine, est un corps éminemment oxydable, se rapprochant par là du β-isotérébenthène de M. Riban. L'air le résinifie sans le colorer sensiblement; c'est ce qui explique, dans l'essence d'angélique brute, la présence de 30 pour 100 de corps visqueux, à point d'ébullition plus élevé que le térébangélène. Le chlore et le brome l'attaquent violemment en donnant du cymène. Le sodium, à 100°, le polymérise très rapidement.

L'auteur a pu observer dans l'essence d'angélique, vieille de deux ans, *non desséchée,* la présence d'un corps blanc

cristallisé isolé en distillant simplement l'essence par la vapeur d'eau. Ce corps reste comme résidu non volatil; il est oxygéné, mais existe dans l'essence en si petite quantité qu'il a été impossible d'en déterminer exactement la nature chimique. Il est probable qu'on a affaire à un hydrate de térébangélène isomère de la terpine.

— M. *J. Garnier* présente une méthode pour purifier les cuivres arsénieux.

Ce procédé d'affinage, mis en pratique dans les usines de MM. J.-J. Laveissière et fils, à Deville, près Rouen, consiste à établir d'abord une sole basique, pour laquelle on emploie une brasque de chaux et de goudron, suivant le procédé Riley et Thomas Gilchrist. Mais, en pratique, il ne serait pas possible d'opérer directement sur cette sole, car elle servirait d'aliment aux acides arséniques et autres et serait promptement détériorée. Pour obvier à cette difficulté radicale, l'auteur établit à chaque opération d'affinage une *fausse sole* en calcaire mélangé de peroxyde de manganèse, il charge par-dessus les lingots de cuivre à affiner. Pendant la fusion des lingots sans action oxydante, la fausse sole s'échauffe, elle cède son acide carbonique et une partie de son oxygène; ces gaz traversent la masse du cuivre à demi fondue, la brassent et l'oxydent; puis, quand le bain est suffisamment liquide, la chaux et le protoxyde de manganèse formés montent à leur tour à travers le cuivre et dissolvent l'acide arsénique, qui passe ainsi en forte proportion dans la scorie: toutefois le bain contient encore environ 20 pour 100 de l'arsenic initial. Pour chasser ces dernières traces, on laisse le cuivre devenir pâteux sous courant d'air; on le refond ensuite avec addition de fondants basiques jusqu'à entière purification.

Botanique fossile. — M. *B. Renaud* présente une note sur les Sphenozamites.

Il désire appeler l'attention sur la présence, dans les couches inférieures du terrain permien d'Autun, des *Sphenozamites,* qui ne laissent pas que d'avoir, comme l'on sait, certaines ressemblances avec les *Nœggerathia* du terrain houiller moyen.

L'échantillon de M. Roche, à qui la science doit déjà de nombreuses découvertes, mises en lumière par le savant professeur M. Gaudry, vient combler partiellement une grande lacune existant entre certaines *Zamiées* secondaires et certaines plantes de la même famille du terrain houiller.

Les progrès incessants que l'on fait dans cette direction amèneront peut-être à voir, dans les frondes des *Sphenozamites,* des *Pterophyllum,* houillers, le feuillage des tiges silicifiées (Cycadoxylées) dont les gisements d'Autun nous ont révélé la structure intime.

— M. *Carl Vogt* réfute la théorie, suivant laquelle les coraux ne seraient qu'un développement évolutif des spongiaires, et les crinoïdes une évolution ultérieure des coraux.

Il démontre que des conformations colonnaires, qui ne se dévoilent que par le polariscope ou par le choc, et que l'on observe dans certains chondres, se retrouvent sous les mêmes conditions dans des roches terrestres.

Zoologie. — M. *V. Lemoine* donne un travail sur le *Gastornis Edwardsii* et le *Remiornis Heberti* de l'éocène inférieur des environs de Reims.

Les recherches de l'auteur sur le premier de ces animaux ont amené la découverte de plusieurs autres pièces du squelette, qui contribueront à mieux faire connaître ce type ornithologique si remarquable.

L'étude de ces diverses pièces osseuses semble démontrer que si le gastornis offrait quelque analogie avec les coureurs et les palmipèdes, il devait, par suite de ses caractères tout spéciaux, constituer un type ornithologique complètement distinct de tous ceux que nous connaissons actuellement. C'est un oiseau encore reptilien à beaucoup d'égards.

Le deuxième type ornithologique est bien inférieur, comme taille, au gastornis. D'une autre part, il paraît moins différer, par l'ensemble de ses caractères, des oiseaux actuels.

Ces caractères différentiels si accentués du nouveau type de Cernay paraissent devoir motiver la création d'un genre nouveau, dont l'espèce, encore unique, serait désignée sous le nom de *Remiornis Heberti.*

Mathématiques. — M. *Hermite :* Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Brège :* Sur les différences successives des observations.

— M. G. *Bigourdan :* Éléments et éphéméride de la comète *g* 1881 (Swift).

— M. *G. Darboux :* Sur les différentielles successives des fonctions de plusieurs variables indépendantes.

— M. *E. Picard :* Sur quelques exemples de réduction d'intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques.

— M. *Gouilly.* Sur la fonction qui exprime l'état gazeux et sur la fonction λ, telle que $\frac{dQ}{\lambda}$ est une différentielle exacte.

— M. *Trève* envoie une note sur une tactique navale, calculée par MM. les lieutenants de vaisseau des Portes et Aubert, sous la direction de l'auteur.

Une lettre du contre-amiral Foullioy, communiquée par le capitaine de vaisseau Trève, confirme l'utilité de ce travail et l'auteur espère que cette *tactique calculée* pourra faire suite aux remarquables et si utiles *méthodes de navigation et d'expériences,* dont M. le vice-amiral Bourgeois avait déjà doté la marine.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

— Revue d'anthropologie (t. IV, 1881, 4e fascicule). — *Paul Broca :* La torsion de l'humérus et le tropomètre. — Tableaux et conclusions par *Manouvrier.* — Les voyages de Moncatch-Apé, annotés par M. *de Quatrefages.* — *Ledouble :* Sur certains muscles communs aux animaux et à l'homme. — *De Nadaillac :* La poterie chez les anciens habitants de l'Amérique. — *G. Hervé :* Le poids de l'encéphale selon Bischoff et Nicolucci.

— Annales de démographie internationale (nos 17 et 18, mars et juin 1881). — *Cauvin :* Esquisse démographique de la Nouvelle-Galles du Sud. — *Maurice Block :* A propos du prochain recensement. — *Arthur Geissler :* Remarques sur les variations périodiques des principales maladies. — *Vincent Goehlert :* A propos du budget de l'Algérie; — La dynastie Capétienne. — *Arthur Chervin :* Les derniers dénombrements de la population. — *Guiseppe Sormani :* Géographie nosologique de l'Italie.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [2009]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 2 14 JANVIER 1882

Paris, le 13 janvier 1882.

Nos lecteurs savent sans doute déjà que notre collaborateur, M. le docteur Bayol, médecin de la marine, est revenu du haut Sénégal, et qu'il a complètement réussi dans sa mission, à la fois politique et géographique.

Il a amené avec lui quelques notables du Fouta-Djallon, dont le chef a fait un traité d'alliance avec la France.

Le Fouta-Djallon est un pays qui est compris entre la Gambie au nord, la côte de Sierra Leone à l'ouest, et les sources probables du Niger à l'est. La ville principale est Timbo. C'est là que réside le chef du pays, l'almamy. Ce chef est un homme intelligent qui a compris quels avantages pourraient résulter pour lui d'une alliance commerciale et politique avec notre pays.

Il y a dans ce pays, aussi grand qu'un tiers de la France, environ 500 000 habitants ; un huitième de la population est constitué par des esclaves. L'almamy est un souverain à la fois spirituel et temporel, quelque chose comme un chef de tribu qui serait en même temps grand prêtre. D'ailleurs, les habitants du Fouta sont de rigides musulmans. Leur piété n'est cependant pas farouche, comme celle des tribus arabes du nord de l'Afrique, et, pour peu qu'on ne cherche pas à abuser trop de leur inexpérience, pour peu qu'on montre quelque fermeté à leur égard, ils accueilleront favorablement les négociants européens qui viendront dans leur pays. La patience, la prudence et la modération seront des qualités suffisantes pour les Européens qui voudront pénétrer dans ce pays si peu connu et qui mériterait tant de l'être.

Le Fouta-Djallon est un pays salubre, bien plus que le haut Sénégal, quoique déjà le haut Sénégal soit beaucoup moins malsain que la côte, si inclémente au blanc. On y cultive le riz, l'arachide, l'épurge (*Euphorbia lathyris*), le *foigno* (sorte de graminée non connue en Europe), l'arbre à beurre, et surtout le caoutchouc dont l'exploitation est aussi facile que productive, et qui donnerait assurément de grands bénéfices au négociant ou au cultivateur européen.

Les cinq envoyés de l'almamy sont arrivés à Paris ces jours-ci. Quatre d'entre eux sont des Peulhs. L'autre est un Toucouleur. Leur langue est la langue peulhe, très douce et sans gutturales, qui par conséquent ne ressemble pas du tout à l'arabe. Malheureusement il y a, pensons-nous, bien peu de personnes à Paris qui puissent suivre une conversation en langue peulhe.

Quoiqu'ils aient dû assurément trouver à Paris et en France bien des motifs de stupéfaction, les envoyés du Fouta ne témoignent guère leur étonnement, et, malgré toutes les choses surprenantes qu'ils observent chaque jour, conservent un sang-froid imperturbable. Ils vont prochainement retourner dans leur pays, emportant sans doute quelques présents du gouvernement de la république pour le roi de Fouta-Djallon. Ils ont été déjà reçus par le ministre des colonies, et ils vont être bientôt présentés à M. le président de la République.

On peut espérer que l'activité et l'énergie de M. Bayol ne resteront pas sans fruit, et qu'un des pays les moins dangereux et les plus fertiles de l'Afrique tropicale va s'ouvrir au commerce français.

Nous rappelons, à ce propos, que, sur la même côte occidentale de l'Afrique, M. Ballay et M. de Brazza ont fait, à l'embouchure de l'Ogooué et du Gabon, des découvertes géographiques importantes. En ces régions, le commerce et la géographie vont de pair, et chaque conquête scientifique est profitable à la richesse publique.

PSYCHOLOGIE

De la criminalité chez les animaux

On reconnaîtra sans peine que l'anatomie et la pathologie des animaux ont aidé à la connaissance de la nature humaine. On peut même dire qu'actuellement, la physiologie, la toxicologie, la thérapeutique, sont basées sur des expériences faites sur des animaux.

Pourquoi s'est-on arrêté dans cette voie, et comment se fait-il que les médecins légistes ou les criminalistes n'aient pas encore songé à étudier les crimes chez les animaux, afin de mieux apprécier ceux qui sont commis par des hommes? Si les animaux ont, comme nous, la plupart des maladies organiques, s'ils sont atteints de maladies épidémiques ou contagieuses, on ne voit pas pourquoi ils seraient à l'abri des maladies mentales, de la folie et de ses variétés. Puisque nous reconnaissons que chez l'homme il survient tout à coup des individus mal formés, organiquement défectueux, et apportant dans leurs actes, leurs sentiments ou leurs pensées, la preuve de ces malformations organiques, il doit en être de même chez les animaux ou tout au moins dans les espèces qui, par leur constitution, se rapprochent de l'homme.

Deux motifs peuvent expliquer cette lacune ou cet oubli scientifique que nous venons de signaler: D'abord la psychologie animale ne fait pas de grands progrès. Les études des vétérinaires n'ont pas été dirigées de ce côté, et Pierquin (*Traité de la folie des animaux*) disait, en 1839, que jusqu'à son époque, aucun professeur de médecine vétérinaire n'avait jamais parlé en chaire, ni du cerveau, ni du système nerveux, ni de leur physiologie.

Le second motif, le vrai, celui qui a eu le plus d'influence, c'est la difficulté qu'ont eue la plupart des auteurs à s'émanciper et à se débarrasser des idées philosophiques de l'école, qui leur ont fait croire qu'il y avait un abîme entre le moral de l'homme et celui des animaux. Comme l'a très bien dit Gall, le plus grand obstacle qu'on ait jamais pu opposer à la connaissance de la nature humaine, c'est de l'avoir isolée des autres êtres et d'avoir voulu la soustraire aux lois qui la gouvernent. Et plus loin, ce grand penseur ajoute : « Ceux qui font dériver les actes normaux et intellectuels de l'homme, de l'entendement et de la volonté, indépendants du corps et ceux qui, étant tout à fait étrangers aux sciences naturelles, croient encore au mécanisme ou à l'automatisme des brutes, peuvent trouver révoltante et absolument stérile la comparaison de l'homme avec les animaux. Mais cette comparaison sera jugée indispensable par ceux qui sont familiarisés avec les travaux de Bonnet, de Condillac, de Reimarus, de Georges Leroy, de Dupont, de Nemours, de Herder, de Cadet Devau, de Huber, de Virrey, etc., et surtout par ceux qui sont tant soit peu initiés dans les progrès de l'anatomie et de la physiologie comparées. »

Ce sont ces auteurs, cités par Gall, qui ont apporté les documents les plus importants pour la comparaison des espèces animales, ce sont eux, et surtout Georges Leroy, qui ont fourni les bases d'une psychologie comparée scientifique. Buffon avait déjà avancé que s'il n'existait point d'animaux, la nature de l'homme serait encore plus incompréhensible. Les observations de Georges Leroy et de Gall ont démontré que c'était dans l'étude des animaux qu'il fallait rechercher les fonctions élémentaires du cerveau. Ils ont depuis été suivis dans cette voie par Prichard, Pierquin, Darwin, Forel, Espinas, Houzeau, Büchner. C'est à ces savants et à d'autres naturalistes ou voyageurs que nous avons emprunté les matériaux de ce travail. Nous sommes heureux de dire que l'idée de ce travail nous a été suggérée par notre ami le professeur Lombrozzo, de Turin, et que nous avons puisé de précieux renseignements dans une note qui nous a été donnée par notre ami M. Cornevin, professeur de zootechnie à l'école vétérinaire de Lyon.

Comme introduction historique à l'étude que nous voulons faire, il est peut-être nécessaire de jeter un coup d'œil rapide sur les relations que les lois humaines avaient, dans différentes sociétés, établi entre les hommes et les animaux.

Certainement, les sentiments et les habitudes fétichistes des peuples primitifs ne pouvaient leur permettre de s'élever aux subtilités métaphysiques, et instinctivement dans leur simplicité, guidés par un esprit de justice auquel s'unissait une bonté vraiment touchante, ils mirent sur le pied d'égalité parfaite la pénalité qui devait atteindre les hommes ou les animaux coupables de crimes. Il en fut ainsi chez tous les peuples, pendant le moyen âge, et on peut même dire que ces habitudes se conservèrent chez nous jusqu'au siècle dernier. Puis, tout à coup, par une de ces contradictions fréquentes dans l'histoire de l'humanité, contradictions souvent plus apparentes que réelles, la séparation se fit nettement entre les actions de l'homme et celles des animaux. La puissante influence de Descartes, celles des encyclopédistes et des savants du dernier siècle, qui furent plus souvent des démolisseurs que des constructeurs, permettent de comprendre cette émancipation.

Celle-ci, on peut le dire, fut plutôt due à de mauvais sentiments qu'à des sentiments généreux. Peu à peu, sous la domination de l'esprit métaphysique, la conviction s'était faite que les animaux étaient des brutes, qu'il était bien difficile d'apprécier leur moral et qu'après tout, si celui-ci existait, il était séparé par un abîme de celui de l'homme. Aussi, dans la confection de nos codes, une loi protectrice des animaux fut complètement oubliée.

Seuls, quelques savants ou observateurs faisaient des rapprochements, admettaient l'évolution et la transformation. De nos jours ces idées sont presque vulgarisées, presque tout le monde les adopte théoriquement, mais peu de personnes les admettent en pratique et nous ne serions pas étonnés que le titre de notre travail n'amenât le sourire sur les lèvres de quelques lecteurs de cette revue.

Donc, commençons par faire connaître comment les sociétés humaines qui nous ont précédés ont manifesté leurs sentiments à l'égard de certains actes des animaux.

Au début, chez les peuples fétichiques, l'animal est consi-

déré comme l'homme, c'est un membre de la famille humaine au même degré que l'esclave. Sa perte est un deuil, ses mauvaises actions — à l'égard de l'homme — méritent des peines ou des châtiments.

Dans l'ancienne Égypte, quand une chatte avait succombé dans la maison, les habitants se rasaient les sourcils; si une chienne venait à mourir, on se rasait tout le corps.

A Athènes, une des lois de Triptolème disait que personne n'avait le droit de faire du mal à une créature vivante.

Les Grecs avaient été frappés des soins tendres et affectueux que les petits de la cigogne ont pour leurs vieux parents. Quand ceux-ci, par les progrès de l'âge, perdent leurs plumes, les jeunes cigognes se dépouillent pour eux de leur duvet, et ils les nourrissent du produit de leur chasse. C'est là l'origine en Grèce de la loi dite loi de la cigogne, en vertu de laquelle les enfants étaient tenus de nourrir et soigner leurs vieux parents, et on flétrissait du nom d'infâme ceux qui violaient cette loi.

Que de différences avec nos sociétés modernes! Pierquin, auquel nous empruntons beaucoup de ces intéressants détails, fait remarquer avec raison que, à mesure que l'homme s'élève, il traite les animaux comme si ceux-ci baissaient. Longtemps ils eurent les mêmes droits et pendant tout le Moyen âge ils furent mêlés aux cérémonies religieuses. A Milan, ils figuraient dans les fêtes des rois. Il y a des processions d'animaux dans les bas-reliefs des cathédrales de Strasbourg, du Mans, de Vienne (Isère).

Le mercredi saint, tout le clergé de l'église de Reims se rendait à Saint-Rémi pour y faire une station; les chanoines, précédés de la croix, étaient rangés sur deux files et tous traînaient derrière eux un hareng attaché par un ruban : chacun était occupé de sauver son poisson et de marcher sur celui du chanoine qui le précédait (Anquetil, *Hist. de Reims*). A Paris, la procession du renard était aussi goûtée que la fête de l'âne. Cet animal, vêtu d'une espèce de surplis, ayant la mitre, figurait au milieu du clergé; on mettait de la volaille à sa portée; il oubliait souvent ses pieuses fonctions pour se jeter sur elle et la dévorait en présence des fidèles. Philippe le Bel aimait beaucoup cette procession (Sauval, *Antiq. de Paris*). Il y a quelques années à peine, la promenade du bœuf gras était un reste des fêtes païennes, une véritable épave de civilisations disparues.

Si les droits des animaux étaient ainsi reconnus, leurs devoirs envers l'homme n'avaient pas échappé aux premiers législateurs, qui punirent sévèrement leurs crimes ou attentats à la vie humaine. Voici une loi de Moïse (*Exode*, ch. XXI, v. 28 et 29) : « Si un bœuf frappe de la corne un homme ou une femme et que la personne en meure, le bœuf sera absolument lapidé et on n'en mangera point la chair; mais le maître du bœuf sera jugé innocent. Mais s'il y a déjà quelque temps que le bœuf frappait de la corne, que le maître en ait été averti, et qu'il ne l'ait point gardé, de sorte qu'il tue un homme ou une femme, le bœuf sera lapidé et le maître mis à mort. »

Le *Lévitique* rapporte aussi qu'une jeune jument, une chèvre et un âne furent condamnés à être brûlés vifs.

Il y eut de semblables jugements à Athènes et à Rome.

« Démocrite voulait qu'on punît de mort l'animal qui avait occasionné quelque dommage majeur. Sous Domitien, au rapport de Martial, l'ingratitude d'un lion envers son maître fut sévèrement punie. Columèle et Varron disent que les anciens Romains regardaient le bœuf comme le compagnon des travaux de l'homme et que l'acte de le tuer était regardé comme homicide et puni de même. Dans l'Attique et le Péloponèse, le bœuf jouissait du même privilège. » (Pierquin.) On dit aussi qu'autrefois les Arabes, dans les montagnes d'Afrique, attachaient en croix sur des arbres les lions meurtriers, afin qu'ils pussent servir d'exemple aux autres.

Au Moyen âge, on jugea les animaux qui se rendaient coupables de meurtres, ceux qui devenaient les fléaux d'un pays, ou les femelles qui, donnant la vie à un monstre, étaient soupçonnées de cohabitations criminelles.

Le père Théophile Raynaud, Ayrault, Gaspard Bailly, puis, plus près de nous, M. Benoist Saint-Prix et M. Louandre (*Épopée des animaux, Revue des Deux Mondes*, 1854) ont cité des exemples excessivement curieux de ces condamnations.

En 1120, l'évêque de Laon lança un bref d'excommunication contre les chenilles et les mulots. Sous François Ier, on donnait encore un avocat d'office à ces animaux et l'on plaidait contradictoirement leur cause et celle des fermiers.

En 1356, à Falaise, une truie avait tué un enfant et commencé de le dévorer. Le juge la condamna à périr par le glaive. Comme elle avait rongé un bras et une partie de la tête de l'enfant, on lui coupa une patte et elle fut mutilée « au visage ». Puis, avant de la conduire au supplice, elle fut recouverte de vêtements d'hommes et, suivant l'usage, le bourreau reçut, pour sa peine et salaire, dix sols et une paire de gants.

En 1543, il y eut un arrêté des consuls et échevins de Grenoble qui demandent qu'on excommunie les limaçons et les chenilles.

En 1585, le grand vicaire de Valence, dans une sentence, enjoint aux chenilles, dont le pays est infesté, de déguerpir du diocèse.

En 1587, on intenta un procès contre des insectes qui ravageaient un champ près de Saint-Jean-de-Maurienne. Les insectes furent condamnés.

Jean Milon, official de Troyes, rendit cette sentence le 9 juillet 1516 : « Parties ouïes, faisant droit sur la requête des habitants de Villenove, admonestons les chenilles de se retirer dans six jours, et à faute de ce faire, les déclarons maudites et excommuniées. »

M. Benoist Saint-Prix a relevé 80 condamnations à mort ou excommunications prononcées (de 1120 à 1741) contre toute espèce d'animaux, depuis l'âne jusqu'à la sauterelle.

Ajoutons que, si dans quelques pays les animaux ont été employés comme bourreaux, en France ils furent plusieurs fois admis comme témoins dans les procès. Qui ne se rappelle l'histoire du chien de Montargis et du duel ordonné par Charles V entre le fidèle animal d'Aubry de Montdidier et l'assassin de son maître, Richard de Macaire.

Le récit de ces faits et la comparaison avec ce qui se passe

de nos jours permettent d'apprécier les modifications profondes qui se sont produites dans les sentiments de l'humanité. Nous avons, de plus, appris que, jusqu'à notre époque, on a eu une idée absolument erronée des délits ou crimes commis par les animaux. Les actions des animaux à l'égard des autres animaux avaient passé presque inaperçues et ne paraissaient pas dignes d'être signalées; il ne pouvait donc venir à l'esprit de personne de rechercher leur portée morale. L'animal n'était jugé et puni que lorsqu'il portait atteinte à un homme ou à la société.

Il nous paraît que le moment est venu d'étudier scientifiquement certains actes délictueux des animaux, afin de les comparer aux actes semblables commis par les hommes et punis par nos lois. C'est une étude de psychologie criminelle comparée. On ne saurait s'attendre à y trouver une discussion théorique sur le libre arbitre ou la liberté morale. Ce sont questions difficiles, des épines auxquelles nous ne voulons pas toucher. S'ils le croient nécessaire et indispensable, les partisans des théories pourront chercher à mettre leurs idées d'accord avec les faits.

Quoi qu'il en soit, nous ne pensons pas faire œuvre inutile ou de curiosité scientifique, nous estimons que ce travail a une plus haute portée et, comme le disait Georges Leroy, il nous a paru « que la morale des loups pouvait éclairer sur celle des hommes ».

Une première difficulté est de bien choisir les exemples : le fait doit être parfaitement observé et son interprétation doit s'imposer à tous.

Georges Leroy dit que, pour bien comparer les actions des animaux et des hommes, il ne faut s'occuper que des espèces animales qui, par leur organisation ou leurs mœurs, peuvent avoir quelque analogie. « Les insectes, par exemple, sont trop loin de nous pour que les détails de leur industrie n'échappent pas, en grande partie, à nos observations et pour qu'on sache précisément quel degré d'intelligence ils mettent dans leurs ouvrages.

La république des lapins, l'association des loups, les précautions, les ruses bien caractérisées des renards, la sagacité que montrent les chiens dans leurs rapports multipliés avec nous, sont plus instructives que tout ce qu'on nous dit de l'industrie des abeilles. »

Pour le même observateur, trois motifs intéressent l'animal et deviennent les principes de ses connaissances, de ses jugements, de ses déterminations et de ses actions : la recherche de sa nourriture, les précautions relatives à sa sûreté et le soin de se procurer une femelle lorsqu'il est pressé du besoin de l'amour.

D'après lui, il faut reconnaître aux bêtes des passions naturelles et d'autres qu'on peut appeler factices ou de réflexion. Les premières sont l'impression de la faim, les désirs ardents de l'amour, la tendresse maternelle; les autres sont la crainte de la disette ou l'avarice et la jalousie qui conduit à la vengeance.

Les auteurs qui ont succédé à Georges Leroy ont, comme Gall et Auguste Comte, cherché à faire une classification des facultés cérébrales. Sans discuter ici ces différentes classifications qui se sont surtout proposé de fixer le nombre des facultés élémentaires de l'homme, nous pensons qu'il convient, pour l'exposition de notre sujet, de reconnaître chez les animaux les instincts ou facultés élémentaires suivantes : l'*instinct nutritif*, l'*instinct génésique*, l'*instinct maternel*, l'*instinct destructeur*, et les instincts plus faciles à constater chez l'homme que chez les animaux : l'*instinct de vanité*, les *instincts sociaux* (l'attachement, etc.).

Nous étudierons spécialement l'exagération de ces instincts, exagérations nuisibles aux autres animaux de la même espèce et se traduisant alors par des actes spéciaux, qualifiés de délits ou de crimes dans les sociétés humaines.

« L'animal et l'homme, dit Gall (t. I, p. 71) sont organisés pour la colère, la haine, le chagrin, la frayeur, la jalousie et parce qu'il y a des choses et des événements qui, d'après leur nature, doivent être détestés ou aimés, désirés ou redoutés. »

1° *Actes délictueux commis par les animaux sous l'influence de l'instinct nutritif.* — Il n'y a pas de distinctions à faire suivant le sexe. Quand la faim se fait sentir, *tous* les animaux donnent à des degrés divers et variés, suivant leur nature, le spectacle de « la lutte pour la vie ». Le fait est tellement connu qu'il n'exige pas de grands développements. Les animaux les plus anciennement et les plus profondément domestiqués continuent, à l'heure du repas, à *se voler* réciproquement leur nourriture et à *se quereller* à ce propos. C'est sur la connaissance de ce fait qu'est basé l'emploi des mangeoires séparées, des râteliers, des boxes, des stalles. La plus grande partie des aménagements intérieurs des écuries et étables a pour but d'empêcher le vol d'aliments, l'écrasement du plus faible par le plus fort.

Tout le monde sait que, parmi les espèces que nous voyons tous les jours, il y a des individus accusant d'une manière manifeste des dispositions au vol, Quelques-uns ont l'instinct nutritif exagéré, ils sont avares et mettent de côté des approvisionnements. Leroy raconte que lorsque les loups ont abattu un grand animal, ils le dévorent en partie et en cachent soigneusement les restes; mais cette précaution ne les ralentit point sur la chasse et ils n'ont recours à ce qu'ils ont caché que quand elle a été malheureuse. On peut faire la même observation pour les chiens, les renards et d'autres animaux.

M. Cornevin fait remarquer que, dans quelques espèces qui vivent en communauté, il y a plus que vol d'aliments, il y a consommation des individus qui viennent à succomber. Les loups, malgré le proverbe, les souris et les rats se mangent entre eux. « L'année dernière, nous avons constaté plusieurs fois sur les cobayes qui servent à nos expériences, que ceux qui avaient succombé étaient dévorés par les survivants. Ce n'était point, dans ce cas, la faim qui les tourmentait, car ils avaient des graines à discrétion; peut-être était-ce la soif qu'ils voulaient apaiser par le sang des victimes. » Büchner, dans sa *Vie psychique des bêtes*, parle des *abeilles voleuses* « qui, pour s'alléger la peine, ou pour se l'épargner en entier, attaquent en masse les ruches approvisionnées, font violence aux sentinelles et aux habitants,

mettent la ruche au pillage et en emportent toutes les provisions chez elles. Si cet exploit leur a réussi à plusieurs reprises, elles prennent, comme les hommes, plus de goût au pillage et à la violence qu'au travail, et finissent par constituer de vraies colonies de brigands. » Il y a des individus isolés qui s'adonnent au vol et cherchent, sans être aperçus, à se glisser dans une ruche étrangère; leurs allures équivoques montrent bien qu'ils sont obligés de se cacher et ont conscience de leurs méfaits. Si ces voleurs réussissent dans leur expédition, ils amènent, plus tard, d'autres abeilles de leur ruche, afin de tenter de semblables larcins; il se forme ainsi une véritable société de voleurs.

Büchner dit encore (p. 393) que ces abeilles voleuses peuvent être produites artificiellement, au moyen d'une alimentation spéciale, consistant en miel mélangé d'eau-de-vie. « De même que l'homme, elles prennent bien vite goût à ce breuvage, qui exerce sur elles la même influence pernicieuse que sur celui-ci : elles deviennent excitées, enivrées et cessent de travailler. La faim se fait-elle sentir ? Alors, de même que l'homme, elles tombent d'un vice dans un autre et s'adonnent sans scrupule au pillage et au vol.

2° *Actes délictueux commis par les animaux sous l'influence de l'instinct génésique.* — Le sentiment de pudeur existe chez certains animaux. Ainsi, il y en a beaucoup, tels que le chat, dont nous ne voyons jamais l'acte de copulation. Parmi ceux qui font exception à ce sentiment de pudeur, on ne compte guère que le chien, aussi son nom a-t-il servi d'épithète aux hommes les plus ouvertement immoraux.

Quant aux actes commis sous l'influence du sens génésique, il faut les envisager chez le mâle et la femelle, en faisant remarquer qu'ils sont plus fréquents et plus violents chez le premier que chez le second.

1° *Actes commis par le mâle.* — Il faut citer tout d'abord *les colères et les combats* des mâles entre eux pour la possession des femelles. « Entre les loups mâles plus nombreux que les femelles, il y a des combats sanglants pour jouir; puis il s'établit un mariage. Pendant tout le temps de la gestation, la louve demeure avec celui qu'elle a adopté ou qui l'a conquise. La tendresse maternelle est portée, dans les louves, jusqu'à l'excès de fureur qui méconnaît entièrement le péril. » (G. Leroy.)

Les ruminants, d'ordinaire si paisibles, deviennent très dangereux à ce moment; les taureaux, les béliers, se livrent des combats terribles; il n'est point rare de voir les premiers se fracturer les cornes dans ces luttes. Tout le monde sait combien les cervidés se disputent avec acharnement les femelles. Les batailles des chiens ou des chats pour le même motif sont de tous les jours. Les éleveurs savent qu'il serait fort dangereux de laisser deux verrats en présence d'une truie : ils pourraient aller jusqu'à s'éventrer. Dans les mêmes conditions, les lapins sont fort batailleurs et les rivalités des coqs sont connues de tous.

Y a-t-il chez les animaux quelque chose de comparable *au viol* de l'espèce humaine ?

Gall en cite des exemples. Un pigeon était l'époux fidèle de sa compagne, et malgré des essais réitérés, on ne pouvait le faire consentir à s'accoupler avec une autre femelle; un autre pigeon, au contraire, se glissait souvent dans tous les colombiers, pour violer et emmener des femelles étrangères.

« A Vienne, tous les amateurs de pigeons savent que les pigeons mâles qui ont la nuque la plus forte sont ceux qui poursuivent les femelles avec le plus d'ardeur, et l'on profite de cette circonstance pour enlever les pigeons femelles du voisin et les faire venir à son colombier. On prive de sa femelle le pigeon mâle le plus ardent; alors il fait des excursions dans les autres colombiers, y enlève des femelles et les force à le suivre chez lui; bientôt le mâle de la colombe enlevée suit sa femelle, et c'est ainsi que les enlèvements se succèdent, jusqu'à ce que le propriétaire dépouillé mette fin à ce jeu par la mort du ravisseur. »

Dans beaucoup d'espèces animales, le mâle ne recherche sa femelle qu'au moment des chaleurs de celles-ci; mais il y a, pour quelques-uns de nos animaux domestiques, des exceptions. Il serait fort imprudent de laisser un étalon jeune et vigoureux en liberté avec des femelles en état de gestation; ses tentatives pour effectuer la saillie seraient nombreuses, et s'il y parvenait, *l'avortement* en serait la conséquence. De même, s'il se détachait à l'écurie, il ne se ferait point faute de saillir les juments qui, attachées et souvent serrées les unes contre les autres, ne peuvent que difficilement lui résister.

M. Cornevin a constaté trois fois le fait, qui a eu invariablement l'avortement pour conséquence. Il serait également fâcheux de laisser avec des femelles pleines le verrat et le lapin : leurs tentatives pourraient avoir le même résultat que celles de l'étalon.

Sans être très fréquent, l'*onanisme* se remarque sur les animaux; sans parler du singe, qui s'y livre avec ardeur, on le remarque chez l'étalon qui emploie un corps quelconque à sa portée; chez le taureau, qui essaye, mais plus rarement, d'en faire autant. On a vu un ours s'y livrer avec un tel acharnement, qu'il en avait beaucoup maigri et qu'il a fallu lui faire subir la castration. (Rey, *Journal de méd. vétér.*, publié à l'École de Lyon, 1865.) M. Cornevin a vu un chien de berger ans le même cas.

Quant aux *rapports entre mâles*, les tentatives en sont pour ainsi dire incessantes, parmi les jeunes qui n'ont point encore eu de femelles de leur espèce. Les poulains et les taurillons dans la prairie, les jeunes chiens sont dans ce cas. « Mais je ne pourrais point affirmer qu'il y ait autre chose que des tentatives. En ce moment même, nous avons deux taurillons pour expériences, qui cherchent fréquemment à s'accoupler, mais je n'ai pas constaté qu'il y eût consommation de l'acte. » (Cornevin.)

Ceci nous amène à parler des erreurs du lieu. Elles sont relativement fréquentes dans l'espèce chevaline où elles entraînent généralement la mort de la femelle.

Les vétérinaires exerçant dans les pays d'élevage en ont rapporté de nombreux cas. Mais nous ne croyons pas que l'on puisse comparer ces aberrations à la sodomie dans l'espèce humaine. Il n'y a point, chez l'étalon qui la commet,

perversion, raffinement de volupté, mais un simple résultat de l'excitation où il se trouve et de l'impossibilité où il est de se guider.

Il nous faut aussi citer les exemples si fréquents, dans les auteurs anciens, et si peu observés de nos jours, d'animaux mâles (singes, chevaux, boucs, chiens, chats) ayant cherché à attaquer des femmes ou des petites filles. Sans remonter à la fable ancienne d'Europe et de Pasiphaé, on trouve dans les récits de voyageurs que de grands singes ont enlevé des femmes ou ont essayé d'assouvir sur elles leur passion génésique. Pierquin affirme que, vers 1830, de gros chiens, de l'espèce appelée mâtin, violèrent de petites filles en bas âge, abandonnées pendant quelques instants. « L'une d'elles éprouva même plusieurs excoriations et un écoulement qui n'avait rien de syphilitique, comme l'a très bien démontré M. Hurtrel d'Arboval. »

Nous avons déjà dit que ces exemples de cohabitation bestiale passaient pour être très fréquents, au temps où la démonomanie avait tourné toutes les têtes. Le fameux Bodin, procureur du roi à Laon, dans son livre sur la *Démonomanie* (Basil, 1581), prouve que les loups ne sont que des hommes, ordinairement des magiciens et des sorciers, qui ont pris la forme d'un animal. Il raconte qu'il y avait, dans un couvent, un chien qui levait les robes des religieuses pour en abuser : les pères directeurs l'observèrent soigneusement, et finirent par découvrir que ce chien n'était qu'un démon déguisé. Jean Wyer, dans son *De prestigio dæmonum,* cite aussi l'observation d'un démon agité de la même folie, et qui, à Hensberg, s'était déguisé en chat.

2° *Actes commis par la femelle.* — Nous avons déjà dit que ces actes sont moins fréquents et moins violents chez elle. Les combats entre les mâles ont surtout pour objet le besoin de jouir, sans aucun motif de préférence. « Dans les espèces qui s'accouplent, dit Georges Leroy, sur quelques motifs que se fonde le choix de deux individus, il est certain que ce choix a lieu ; l'idée de propriété réciproque s'établit, le moral s'introduit dans l'amour, et la jalousie devient profonde et raisonnée. Les femelles, qui sont toujours souveraines dans les détails de cette passion, parce que ce sont elles qui accordent, acquièrent supérieurement l'art d'irriter les désirs du mâle en flattant, en caressant, en refusant, en multipliant les agaceries, tantôt sourdes, tantôt ouvertes. Elles apprennent à dissimuler leurs propres dispositions ou du moins à en masquer la vivacité. Dans le temps où elles cèdent avec emportement à leurs propres désirs, elles donnent encore à leurs faveurs l'air de la complaisance et du sacrifice. La coquetterie n'est point une invention particulière à l'espèce humaine, elle appartient à toutes celles des bêtes qui font un choix. »

Si certaines femelles ont une insurmontable antipathie pour les individus de leur propre sexe — les chiennes, par exemple, ne peuvent pas se souffrir — on n'a pas remarqué que cette antipathie s'exagérât au moment du rut.

M. Cornevin observe que beaucoup de femelles deviennent alors méchantes pour l'homme. « J'ai possédé une jument qui, assez douce en temps ordinaire, devenait inabordable au moment des chaleurs et a failli un jour me broyer le bras avec ses incisives. La majorité des juments, dites « nymphomanes », sont méchantes, quelques-unes d'une façon permanente, d'autres seulement au moment du rut. Les officiers de cavalerie peuvent témoigner quels embarras ces bêtes causent dans les régiments. »

Peut-on appeler *onanisme* l'acte assez fréquent chez la jument, la chienne, la chatte, qui les pousse, lors des chaleurs, à se frotter contre les corps à leur portée et à se traîner sur le train postérieur, comme le font la chienne et la chatte ?

Certaines femelles, dit Pierquin, ont pendant leur gestation une perversion des sentiments affectifs. Il a eu une chatte angora qui, dès qu'elle était en état de plénitude, prenait ses petits en aversion, les grondait, les mordait s'ils s'amusaient auprès d'elle et ne pouvait plus souffrir la présence des mâles.

Si, pendant les chaleurs, la femelle recherche le mâle, on la voit aussi sauter sur ses compagnes comme si elle voulait effectuer l'accouplement. Le fait est constant dans l'espèce bovine, et c'est lui qui décèle au cultivateur l'apparition des chaleurs. Nous avons déjà dit quelques mots de la nymphomanie assez fréquente chez les chiennes, les chattes, les juments et les vaches. A ces dernières on donne même le nom assez caractéristique de *taurelière*. Hurtrel d'Arboval avait remarqué que les juments et les vaches qui sont dans l'habitude d'avorter deviennent fréquemment en chaleur et qu'elles sont même attaquées de nymphomanie. Mais à côté de ce fait, il en est un plus rare, spécial à quelques espèces, c'est celui de la recherche d'individus d'une autre espèce. Il est bien rare qu'on voit un mâle rechercher une femelle qui n'appartient point à son espèce ; quand cela est nécessaire, en vue d'un but économique comme la production du mulet, par exemple, on a assez de difficultés d'obtenir que l'âne s'accouple à la jument. Or certaines femelles, au moment du rut, s'attachent à des individus très éloignés d'elles.

Forster, cité par Pierquin, écrivit à Buffon qu'il avait en 1772, une femelle de l'espèce des cannas, à la ménagerie du cap de Bonne-Espérance. Cette femelle, très apprivoisée, était dans sa quatrième année ; comme elle n'avait point de mâle et qu'elle était toujours en chaleur, elle sautait sur les antilopes et même sur une autruche qui était dans le même parc.

M. Cornevin a vu une lapine poursuivre un chat de ses obsessions, le chevaucher, l'enserrer de ses pattes antérieures et simuler l'acte sexuel.

De nombreuses observations prouvent la crainte ou l'horreur que certains animaux inspirent aux femelles, et les anciens indiquaient les moyens moraux qu'il fallait employer pour colorer diversement la fourrure des animaux. Pierquin en cite un exemple curieux : au siècle dernier, lord Clive avait emmené en Angleterre une femelle de zèbre ; on lui présenta des ânes qu'elle dédaigna : un bel étalon arabe ne reçut d'elle que des ruades. Enfin, on s'avisa de peindre un âne et de le zébrer des pieds à la tête. Le stratagème réussit très bien et il en provint un mulet rayé.

3° *Actes délictueux commis par les animaux sous l'influence de l'amour maternel.* — Le développement plus marqué de cet instinct chez les femelles explique bien l'épithète de maternel. C'est chez elles surtout qu'il est possible de constater ses déviations, si évidentes même dans l'espèce humaine que le langage a reconnu une acception spéciale au mot de marâtre.

Gall fait remarquer que l'instinct de la propagation est extrêmement ardent dans certains mâles, par exemple dans le coq, le chien, le sanglier, le cerf, sans que ces mâles prennent le moindre intérêt aux petits. Chez l'homme, l'instinct de la propagation est d'ordinaire plus actif que chez la femme et d'ordinaire aussi cependant, la femme ressent un amour plus vif pour les enfants. Beaucoup d'animaux, ainsi certains insectes, certains amphibies, le coucou parmi les oiseaux, ne prennent aucun soin de leurs petits, quoiqu'ils s'accouplent avec une grande ardeur.

D'autres, tels que les abeilles et les fourmis, n'exercent pas du tout l'acte de la propagation et malgré cela, elles prennent soin très assidûment des œufs et des larves des femelles. Qui ne connait des exemples de femmes très voluptueuses qui sont de très mauvaises mères?

Le même auteur insiste aussi sur les différences d'individu à individu, et il cite des cas qui dans les sociétés humaines sont appelés : *abandon d'enfants, détournement ou enlèvement de mineurs, séduction, infanticide,* etc.

Il y a des vaches, des juments, des chiennes, qui supportent la perte de leurs petits avec assez d'indifférence; quelques femelles même les abandonnent toutes les fois qu'elles en font. Généralement les pigeons, tant le mâle que la femelle, couvent avec nonchalance. Le râle de genêt ou roi de cailles couve avec tant d'assiduité que souvent la couveuse a la tête emportée par la faucille du faucheur. Lorsque le feu prend à un édifice où il y a un nid de cigognes, le père et la mère se précipitent dans les flammes plutôt que d'abandonner leurs petits. Boerhaave a fait la même observation sur une hirondelle de cheminée. La perdrix femelle aime ses propres petits avec une grande tendresse, mais elle poursuit et elle tue ceux des autres. La faisande, au contraire, montre beaucoup moins d'ardeur pour ses faisandeaux et abandonne avec assez d'indifférence ceux qui se sont égarés, mais accueille avec joie et prend sous sa protection de petits faisans qui lui sont étrangers.

Gall parle encore de quelques juments qui ont une telle passion pour les poulains, qu'elles enlèvent ceux des autres juments et en prennent soin avec une tendresse jalouse. Espinas cite le même fait chez des mules. Pierquin a eu une chienne, de l'espèce dite griffon écossais, qui ne pouvait souffrir l'approche du mâle et qui s'arrêtait partout où elle trouvait un petit chien, que ce fût dans les rues ou dans les maisons; il était impossible qu'elle suivît, même avec des coups, et lorsqu'elle sortait seule, ce qui lui arrivait souvent, elle rentrait parfois au bout de quelques heures, portant un petit chien dans sa gueule ; on était obligé de faire noyer le petit animal, la chienne n'ayant pas de lait.

Voici maintenant des faits opposés aux précédents : un de nos amis nous raconte qu'il est possesseur d'une chienne qui a eu trois ou quatre portées. Pendant les trois premiers mois, la chienne soigne et élève ses petits ; puis un beau jour, elle emmène les chiens à la campagne, dans la montagne, les perd et revient seule au logis.

Il faut aussi signaler cette aberration inexplicable qui porte plusieurs de nos femelles domestiques à laisser *mourir* ou *à tuer leur progéniture,* tandis que d'autres, des chiennes par exemple, deviennent voleuses pendant tout le temps qu'elles nourrissent. Dans les grandes espèces domestiques, spécialement chez les juments, on voit parfois des femelles refuser absolument de se laisser téter par leur fruit, de sorte que celui-ci succombe bientôt. Cela se remarque surtout chez les primipares.

Mais le fait le plus frappant est l'*infanticide* qui est presque la règle dans quelques espèces, notamment dans les suidés. L'influence de la domestication est remarquable. Au moment de la mise-bas, beaucoup de truies, si on ne les surveille pas attentivement, tuent et mangent leurs petits. Un fait assez curieux de l'histoire des passions des animaux : les femelles ont, surtout à l'état sauvage, une préférence marquée pour leur progéniture mâle.

4° *Actes délictueux commis par les animaux sous l'influence de l'instinct destructeur.* — Cet instinct agit quand il pousse l'animal à écarter les obstacles qui s'opposent à la satisfaction de ses désirs. C'est ainsi que les animaux deviennent meurtriers au moment du rut : ils semblent avoir acquis de nouvelles forces, leur caractère est irascible, disposé à la fureur, et les combats les plus sanglants s'engagent entre eux. Pierquin ajoute que chez l'homme comme chez les animaux l'érotomanie contrariée conduit souvent à la monomanie meurtrière.

Buffon cite des exemples d'animaux disposés à des meurtres fréquents : ainsi les mésanges. Il y a, dit-il, des serins qui sont si mauvais, qu'ils tuent la femelle qu'on leur donne, et il n'y a d'autre moyen de les dompter qu'en leur en donnant deux. Il y en a d'autres d'une inclination si barbare qu'ils cassent et mangent les œufs, lorsque la femelle les a pondus, et si ce père dénaturé les laisse couver, à peine les petits sont-ils éclos qu'il les saisit avec le bec, les traîne sur le sol et les tue.

Pierquin parle aussi des chiens hargneux, batailleurs, c'est-à-dire toujours disposés à combattre, sur la plus légère excitation.

Cette méchanceté se montre dans certaines races, elle peut être individuelle, permanente et héréditaire, ou tout en restant individuelle, elle est accidentelle, passagère, c'est-à-dire provoquée par certaines circonstances.

Ainsi la *méchanceté spécifique* est celle qu'une espèce éprouve pour une autre espèce qui la chasse ou simplement lui fait concurrence dans la lutte pour la vie. La répulsion instinctive que les chiens et les chats ont les uns vis-à-vis des autres est proverbiale. Mais il est bien curieux de voir que dans certaines conditions cette répugnance peut cesser, ainsi quand la lutte pour la vie devient moins vive. Le commandant Mouchez a constaté qu'à l'île Saint-Paul, où il était

allé observer le passage de Vénus, les chats et les rats très nombreux ne se font nullement la guerre, mais s'entr'aident plutôt dans la chasse qu'ils font aux oiseaux.

Les cas de méchanceté individuelle permanente et héréditaire ne sont pas rares. Tous ceux qui s'occupent de nos animaux domestiques, dit M. Cornevin, ont constaté qu'il apparaît de temps en temps dans nos espèces asservies, et particulièrement dans les genres *Equus* et *Bos* des individus mâles ou femelles, indomptables, méchants et parfois absolument inutilisables. « C'est l'exacte reproduction de ce qui a lieu dans l'espèce humaine où de temps en temps apparaissent de ces natures foncièrement mauvaises dont la société est obligée de se séparer violemment. Quelle est la cause de cette méchanceté? Nous l'ignorons jusqu'à présent. Y a-t-il, par exemple, chez les chevaux très vicieux, modification de la masse cérébrale, dédoublement de circonvolutions frontales, comme on a dit que la chose existait chez beaucoup de malfaiteurs de l'espèce humaine. C'est possible, mais non encore vérifié. » Ce qu'il y a de plus déplorable, c'est que cette méchanceté est héréditaire, transmissible soit par le père, soit par la mère. L'histoire des étalons de notre administration des haras ne manque pas d'exemples à l'appui.

Voici maintenant des exemples dans lesquels on voit l'instinct destructeur surexcité par des facultés plus élevées. La méchanceté est consécutive à un véritable raisonnement. Il faut signaler d'abord la méchanceté par souvenir des mauvais traitements endurés. Ce sont les animaux *meurtriers par vengeance*. On dit que le mulet tient toujours en réserve un coup de pied pour le maître qui le maltraite. On connaît de fréquents exemples d'ânes, de mulets, de chevaux très doux jusqu'au moment où ils ont été châtiés, conserver le souvenir des coups reçus et s'en venger sur les conducteurs qui les leur avaient prodigués. Il y a aussi des cas de *meurtriers par rivalité*. Tel taureau, très doux tant qu'il a été seul à féconder les vaches de la ferme, deviendra méchant du jour où on lui adjoint un rival, jeune et ardent à la besogne; il cherchera à le terrasser, à l'éloigner et quelquefois il s'en prendra à son gardien. On dit aussi que les bœufs mal bistournés sont toujours méchants et très dangereux.

M. Colin, dans son *Traité de physiologie des animaux domestiques,* cite deux exemples curieux de méchanceté et de meurtre, développés sous l'influence de l'excitation de l'instinct nutritif.

L'école d'Alfort a possédé un chien qui se nourrissait des débris qui avaient servi aux exercices de dissection; cette bête, voyant que l'équarisseur venait chaque jour lui enlever les éléments de ses repas, se prit de haine pour cet homme qui eut à se défendre contre lui.

Un autre chien, obligé de partager les mêmes débris avec un porc, le prit en telle aversion qu'un jour, étant parvenu à briser la chaîne qui l'attachait, il se précipita sur ce pachyderme, le tua net, lui ouvrit le ventre après la mort et lui déchira les oreilles.

L'homme a parfois cherché à développer chez les animaux cet instinct de la destruction, les idées de meurtre. Jacolliot, dans son deuxième voyage au pays des éléphants (p. 229), nous apprend que l'on nourrit avec de la viande des éléphants appelés *mustes* et qui sont maintenus ainsi dans une espèce d'état d'excitation. Les Hottentots ont employé les bœufs dans le même but. La légende rapporte qu'un roi de Garamante exilé de ses États y rentra avec une seule armée de deux cents chiens. On dit aussi que lorsque les Cimbres furent défaits, leurs chiens seuls défendirent leurs chariots. On raconte que la ville de Saint-Malo fut aussi défendue par des chiens; d'ailleurs, ces animaux, pendant la nuit, étaient lâchés dans les rues et avaient la mission de préserver la ville des malfaiteurs. Durant la campagne d'Italie, ainsi qu'au camp de Lobau, les soldats avaient des chiens énormes qu'ils avaient dressés à faire des prisonniers. On sait l'histoire du dogue Borecillo qui dévorait les Indiens à Saint-Domingue et avait, par jour, la solde de trois soldats. Dans beaucoup de prisons, nous avons vu des surveillants se faire accompagner, dans leurs rondes de nuit, par des chiens qui signalent de suite les hommes qui ne sont pas couchés. Dans ses *Antiquités de Paris,* Sauval raconte que pendant le XIVe et le XVe siècle, nos rois prenaient un plaisir indicible à faire combattre deux malheureux aveugles des Quinze-Vingts avec un cochon élevé dans ce but et que l'animal restait à celui qui pouvait le tuer.

5° *Actes délictueux commis par les animaux sous l'influence de l'instinct de la vanité.* — Les instincts dont nous avons encore à nous occuper : instinct de la vanité, instincts sociaux, nous retiendront peu de temps. Ils sont moins développés chez les animaux que chez les hommes, et on comprend que leur manifestation étant peu fréquente, il soit assez difficile de relever chez les animaux des actes délictueux accomplis sous le mobile d'un de ces instincts. Nous dirons même qu'en signalant cette lacune dans notre travail, nous espérons provoquer des observations de la part des savants que ces questions intéressent.

Les animaux, comme l'homme, ont l'instinct de la vanité, c'est-à-dire le besoin d'approbation.

Les animaux aussi, dit Gall, sont avides de louanges et d'approbations : avec quelle ivresse le chien reçoit nos caresses, nos éloges! Tout le monde a remarqué combien les chevaux sont sensibles aux marques d'affection, quelle ardeur ils mettent dans leurs courses à ne pas se laisser devancer par leurs rivaux. Pierquin avait une guenon qui, toutes les fois qu'on lui donnait un mouchoir, s'en drapait et trouvait un plaisir extraordinaire à le voir traîner derrière elle en queue de robe de cour.

Napoléon croyait que l'homme n'était qu'un animal plus parfait, et, parlant de son cheval — celui peut-être qui, comme le cheval de Bélisaire, mourut à la peine chez un maraîcher — il lui trouvait de la mémoire, de la connaissance et de l'amour. « J'avais un cheval qui me reconnaissait parmi tout le monde et qui manifestait par ses sauts et sa marche hardie, lorsque j'étais sur son dos, qu'il savait porter un personnage supérieur à tous ceux dont il était entouré. Il ne voulait permettre à personne autre de le monter, excepté à un palefrenier qui en prenait constamment soin, et lorsqu'il était monté par cet homme, ses mouvements étaient si

différents qu'il semblait reconnaître qu'il portait un valet. » C'est peut-être bien à ce cheval que faisait allusion Constant quand il écrivait ceci dans ses mémoires : « L'empereur eut aussi pendant quelques années un cheval arabe d'un rare instinct et qui lui plaisait beaucoup. Tout le temps qu'il attendait son cavalier, il eût été difficile de lui découvrir la moindre grâce, mais dès qu'il entendait les tambours battre aux champs, ce qui annonçait la présence de Sa Majesté, il se redressait avec fierté, agitait sa tête en tous sens, battait du pied la terre et, jusqu'au moment où l'empereur en descendait, son cheval était le plus beau qu'on eût pu voir. »

Cette vanité est, en effet, assez commune chez les chevaux arabes, et la manière dont ils sont élevés, les soins spéciaux qu'ils reçoivent, sont bien faits pour développer chez cet animal ce sentiment de la vanité.

On comprend que, sous l'influence de cet instinct et de la jalousie qui en résulte souvent, les animaux deviennent méchants, querelleurs, et parfois battent, blessent ou tuent leurs compagnons.

On a même remarqué que certains de ces animaux, chez lesquels prédomine l'instinct de la vanité, se jettent de préférence sur les animaux couverts de haillons et surtout quand ils habitent des palais ou des maisons dans lesquelles ne se voit pas ce costume de la misère.

Nous avons eu, en Afrique, un petit chien assez doux et bienveillant pour les amis de son maître, mais qui devenait absolument furieux lorsqu'un pauvre ou un Arabe franchissait le seuil de la maison.

6° *Actes délictueux commis par des animaux sous l'influence des instincts sociaux.* — Les instincts sociaux, tels que l'attachement, la vénération, ne peuvent se trouver chez tous les animaux. Il est bien évident qu'ils n'existent pas chez les animaux vivant isolés ou chez ceux qui ne s'accouplent que passagèrement. Il n'en est pas de même chez ceux qui vivent ensemble, pour lesquels un véritable mariage s'établit. De même, lorsque plusieurs couples ou familles ont une habitation commune, il se produit des liens sociaux élevés et tout à fait comparables à ceux que nous constatons dans les sociétés humaines. Les exemples ne manquent pas lorsqu'on observe de près les abeilles ou les fourmis. Il en est de même, paraît-il, dans la république des lapins. « L'idée de propriété est certaine chez les lapins. La vieillesse et la paternité sont fort respectées parmi eux. » (Georges Leroy.)

Certains animaux, tels que les colombes, les tourterelles, le chevreuil, le chamois, la taupe, ne peuvent supporter le veuvage, et la mort est ordinairement la conséquence de la perte ou de l'absence de l'un d'eux.

On a raconté des faits bien curieux sur les mœurs conjugales des cigognes. Il paraîtrait que les mâles sont fort jaloux et mettent parfois à mort leur infidèle compagne et son ravisseur.

Les habitants de Smyrne, qui savent très bien quelle est la susceptibilité du sentiment conjugal chez la cigogne mâle, se divertissent en plaçant des œufs de poule dans le nid de ces oiseaux. A la vue de cet insolite produit, le mâle se met dans une grande colère et, avec l'aide d'autres cigognes, il met en pièces sa compagne.

Il est certainement inutile de rappeler les faits si nombreux qui montrent que la domestication a, dans certaines espèces, chez les chiens, par exemple, développé ces instincts sociaux jusqu'au dévouement le plus touchant.

N'est-ce pas l'attachement qui, après les journées de 1830, cloua un chien caniche sur la tombe de son maître, victime des balles suisses devant la colonnade du Louvre.

Il nous semble que la revue que nous venons de faire réunit un assez grand nombre de faits qui permettent d'établir un parallèle presque complet entre les actions criminelles des hommes et celles des animaux. L'analogie eût été encore plus grande si nous avions cité des exemples de ruses, de fourberies ou autres stratagèmes montrant quelles combinaisons ou moyens sont à la disposition d'un animal lorsqu'il veut arriver à ses fins. Nous ne pouvons cependant oublier de faire remarquer qu'il y a des cas authentiques de simulation ou de tromperie imaginés par des animaux pour se préserver d'un travail ou se procurer un avantage.

Un vétérinaire militaire nous citait l'exemple d'un cheval de troupe qui, le jour de la promenade des chevaux, feignait souvent une claudication pour éviter cette corvée.

Coste, traducteur de Locke, parle d'un chien qui, en hiver, toutes les fois que ses camarades étaient couchés autour du feu, de manière à l'empêcher d'en approcher, se mettait à faire du bruit dans la cour; pendant que ses camarades y couraient, il se dépêchait d'entrer dans la maison, prenait une bonne place auprès du feu et laissait aboyer ceux qu'il avait trompés par ce stratagème. Il y avait souvent recours, et cependant il en venait toujours à ses fins, parce qu'aucun des autres chiens n'avait assez d'intelligence pour découvrir cette ruse.

Dans l'espèce humaine, sous l'influence de la civilisation, certains crimes tendent à diminuer ou à disparaître : ainsi les crimes de sang, et surtout le parricide et l'empoisonnement.

Il en est de même chez les animaux : plus une race d'animaux domestiques est perfectionnée, moins les passions sont violentes et, par suite, plus les actes dont nous venons de nous occuper sont rares. N'ayant plus à se préoccuper de leur alimentation qu'ils trouvent chaque jour devant eux, copieuse et succulente, la lutte pour la vie n'existe plus pour ces animaux et leur caractère se radoucit. D'autre part, en vertu de la loi de balancement organique, le développement de l'appareil digestif, conséquence d'une alimentation large et régulière, s'est opéré aux dépens du système nerveux, d'où moins d'irritabilité, de violence, de propension au coït, etc.

L'observation des races d'animaux domestiques très perfectionnées sous ce rapport, comme celle de Durham, par exemple, fait voir, d'après ce que nous dit M. Cornevin, que chez elles, la méchanceté est une chose extrêmement rare, aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

Il y a peu de temps, un récidiviste — il en est à sa quarante-quatrième condamnation — homme d'instruction assez solide

et que semble poursuivre d'une manière implacable la plus incroyable des mauvaises chances, nous écrivait : « J'ai fait une première faute dans ma vie ; depuis, je l'ai réparée. Repoussé partout et par tous, j'ai simulé un vol pour pouvoir être arrêté et condamné. Toutes mes condamnations sont pour vagabondage ou rupture de ban. Je me suis toujours bien conduit quand j'ai eu à manger. La misère rend l'homme méchant. Avec un morceau de pain on peut parfois empêcher un malheureux de commettre un vol ou un assassinat. »

Le méchant, avait dit Hobes, est un enfant robuste et Georges Leroy ajoute : « Si l'on suppose l'homme avec des désirs vifs et sans expérience, comme sont les enfants, on ne voit pas en effet ce qui pourrait l'arrêter dans la marche qu'il poursuit. Les passions nous ramènent à l'enfance en nous présentant vivement un objet unique avec ce dégré d'intensité qui éclipse tout. »

Nous pensons avoir montré dans cette étude que si les actes, les pensées, les sentiments des animaux sont semblables aux nôtres, il en est de même pour leurs délits ou leurs crimes qui sont en rapport avec leurs intérêts ou leurs passions. Comme dans notre espèce, l'animal criminel est parfois un type apparaissant tout à coup avec des passions, des désirs, des instincts qui ne sont pas ceux de sa race. Ces défauts sont transmissibles et héréditaires. La domestication, le régime alimentaire diminuent, font disparaître ou transforment quelques-unes de ces fâcheuses dispositions.

Nous avions bien raison de le dire en commençant : la morale des loups peut eclairer sur celle des hommes.

A. Lacassagne,
Professeur de médecine légale
à la Faculté de Lyon.

ASTRONOMIE

La conférence internationale du passage de Vénus.

Dans le courant de cetté année, le ministre de l'instruction publique fit inviter les gouvernements étrangers à envoyer des délégués à Paris en vue de la réunion d'une conférence internationale qui examinerait les questions soulevées par la prochaine observation du passage de Vénus sur le soleil. La circonstance que le congrès des électriciens devait avoir lieu au mois de septémbre indiquait naturellement l'époque la plus favorable pour la réunion de la commission de Vénus, et plusieurs des délégués se rendirent en effet à Paris vers cette époque. Cependant la conférence ne put se réunir que plus tard, dans les premiers jours d'octobre, à cause du congrès de la Société astronomique qui se tint, à Strasbourg, les 22, 23 et 24 septembre. Quoi qu'il en soit, grâce à l'initiative du gouvernement français, Paris aura vu cette année deux congrès internationaux.

La *Revue* a déjà fait connaître (9 juillet 1881) l'histoire des principales tentatives faites en vue de déterminer la parallaxe du soleil. Par l'analyse des procès-verbaux de la conférence internationale, on comprendra encore mieux les questions qui sont débattues à l'heure actuelle entre les astronomes; comme aussi on touchera du doigt les difficultés de pareilles entreprises qui font époque dans l'histoire de la civilisation.

Les membres de la conférence étaient :

MM. Jules Ferry, président du conseil, ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, *président honoraire;*
J.-B. Dumas, de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, *président;*
Fœrster, délégué du gouvernement impérial allemand, directeur de l'Observatoire de Berlin, *vice-président;*
le professeur Weiss, délégué du gouvernement impérial austro-hongrois, directeur de l'Observatoire de Vienne, *vice-président;*
F. Tisserand, membre de l'Académie des sciences, chef d'une mission française, *secrétaire;*
Hirsch, délégué du gouvernement fédéral de la République helvétique, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, *secrétaire;*
Thomas de Azcarate, délégué du gouvernement espagnol;
Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences;
Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe de la marine, chef d'une mission française;
Broch, correspondant de l'Institut de France, délégué du gouvernement norvégien;
Cornu, membre de l'Académie des sciences;
D'Abbadie, membre de l'Académie des sciences, chef d'une mission française;
Dumont, directeur de l'enseignement supérieur au ministère de l'instruction publique et des beaux-arts;
Fleuriais, capitaine de frégate, chef d'une mission française;
Gilbert Govi, professeur de physique à l'Université de Naples, délégué du gouvernement italien:
Hatt, ingénieur hydrographe de la marine, chef d'une mission française;
Le Clerc, capitaine de vaisseau, chef d'une mission française;
Liais, directeur de l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro, délégué du Brésil;
le colonel L.-V. Mansilla, agent militaire de la République Argentine;
le docteur C.-W. Mœsta, ancien directeur de l'Observatoire de Santiago, délégué du gouvernement chilien;
le contre-amiral Mouchez, membre de l'Académie des sciences, directeur de l'Observatoire de Paris;
J.-A.-C. Oudemans, membre de l'Académie des sciences d'Amsterdam, professeur d'astronomie à l'Université d'Utrecht, délégué des Pays-Bas;
le vice-amiral Pâris, membre de l'Académie des sciences;
Pechüle, astronome de l'Observatoire de Copenhague, délégué du Danemark;
le lieutenant-colonel Perrier, membre de l'Académie des sciences, chef d'une mission française;
Perrotin, directeur de l'Observatoire de Nice, chef d'une mission française;
Puiseux, membre de l'Académie des sciences;
Cécilio Pujazon, capitaine de vaisseau, directeur de l'Observatoire de la marine à San-Fernando, délégué du gouvernement espagnol;
E.-J. Stone, directeur de l'Observatoire de Radcliffe (Oxford), délégué de l'Angleterre;
le docteur H.-G. Van der Sande Bakhuyzen, directeur de l'Observatoire de Leyde, délégué des Pays-Bas;
le docteur A.-S. Viegas, délégué du gouvernement portugais.

Première séance (mercredi 5 octobre 1881). — Après les souhaits de bienvenue adressé par M. le ministre de l'instruc-

tion publique aux membres de la conférence, M. Dumas est nommé président à l'unanimité des voix; MM. Fœrster et Weiss, représentant l'Allemagne et l'Autriche, sont nommés vice-présidents; le bureau achève de se constituer en choisissant comme secrétaires MM. Tisserand et Hirsch.

M. Dumas indique les points qui lui semblent devoir fixer principalement l'attention de la conférence :

« Les expéditions relatives au passage de 1874 ont été faites par les diverses nations sans entente préalable, chacune agissant d'une manière indépendante et personnelle; la nécessité d'une coopération générale est aujourd'hui généralement admise.

« La conférence, qui est née de cette pensée, aurait en premier lieu à disposer les diverses stations, au nord et au sud, de manière à tenir compte des conditions climatériques, et à s'assurer des chances de beau temps les plus probables dans les deux hémisphères.

« En second lieu, la conférence devrait se prononcer sur les procédés d'observations; en 1874, on a employé les observations directes et les observations photographiques.

« Doit-on continuer à employer la photographie, et dans quelle mesure?

« Dans le dernier passage, en dehors des contacts, on a fait des mesures micrométriques. Quel est le meilleur micromètre à adopter pour le passage de 1882?

« Enfin, on doit s'entendre sur la phase qu'il convient d'observer dans chacun des contacts. »

M. Dumas ajoute que la conférence aurait dû être réunie il y a deux ans; aujourd'hui il est bien tard; on peut cependant essayer de se rapprocher, de manière à obtenir les meilleurs résultats.

La discussion commence alors, et M. Liais (1) appelle l'attention de la conférence sur la nécessité de diminuer, sinon d'annuler, les effets de la dispersion atmosphérique quand les observations ont lieu près de l'horizon. M. Liais propose l'emploi de deux prismes; MM. Oudemans (2) et Bakhuyzen (3) rappellent que l'oculaire prismatique d'Airy peut être employé dans le même but et constatent les bons résultats obtenus avec lui.

M. Dumas reprend la parole et revient sur la question du choix des stations et l'emploi de la photographie. Il paraît convenable de ne pas aller trop loin et d'éviter des voyages par trop pénibles lorsque, surtout, les conditions climatériques sont peu favorables. Quant à la photographie, M. Dumas expose rapidement l'historique de la question; les résultats acquis par les expéditions françaises ne sont pas favorables, comme on l'avait espéré d'abord. Les membres étrangers de la conférence sont alors invités par le président à dire si l'on a été plus heureux dans les autres pays.

M. Fœrster, répondant à l'invitation du président, pense que l'observation photographique du phénomène ne comportera jamais la haute précision que l'on pourra obtenir par des mesures micrométriques. D'après lui, dans les images photographiques, la phase actuelle des oscillations atmosphériques est photographiée, tandis qu'un bon observateur prend une moyenne en quelque sorte; on a trouvé des désaccords beaucoup plus grands pour les épreuves photographiques que pour les mesures directes. Bref, la commission allemande s'est décidée à ne pas faire de photographie en 1882.

M. d'Abbadie fait ressortir l'intérêt qu'il peut y avoir, contrairement à l'opinion de M. Fœrster, à enregistrer ainsi le phénomène avec la photographie, indépendamment de toute appréciation de l'observateur.

MM. l'amiral Mouchez, Liais et Fœrster mentionnent quelques singularités remarquées sur les épreuves photographiques : sur des épreuves consécutives recueillies à Saint-Paul, le diamètre de Vénus s'est trouvé varier entre 54″ et 60″; phénomène encore plus curieux : les épreuves photographiques de l'expédition allemande à l'île Aukland donnent des images de Vénus pentagonales.

Prié à son tour de donner un résumé des résultats photographiques obtenus en Angleterre, M. Stone (1) annonce que les expéditions anglaises sont maintenant complètement organisées et que, sans vouloir exprimer aucune opinion défavorable sur l'emploi de la photographie, l'attention de la commission anglaise s'est dirigée surtout vers la méthode des contacts; le peu de temps qui reste n'a pas paru suffisant pour étudier à fond, d'une manière véritablement utile, l'emploi de la photographie.

Quant aux difficultés qui se rattachent à la méthode des contacts, la commission anglaise croit qu'en définissant avec soin le genre particulier de contacts à observer et en insistant sur l'observation de ces contacts dans des conditions optiques très semblables, les discordances parmi les temps observés pourront être réduites bien au-dessous de celles qu'on a obtenues en 1874. Il conviendra cependant de multiplier le plus possible le nombre des stations. M. Stone termine en disant qu'un « projet d'instructions » a été imprimé provisoirement et que, dans le cas où la conférence verrait des améliorations à introduire en quelques points du projet, la commission anglaise examinerait ces modifications avec le plus grand soin.

Sur l'observation faite par M. d'Abbadie que M. Todd a dé-

(1) M. Liais, actuellement directeur de l'Observatoire impérial de Rio, a été le premier directeur du service météorologique à l'Observatoire de Paris. On sait que ce service fut fondé à la suite d'une tempête qui amena, dans la mer Noire, pendant la guerre de Crimée, la perte du vaisseau français *le Henri IV*.

(2) Le nom de M. Oudemans est attaché à la triangulation de l'île de Java.

(3) M. Bakhuyzen, qui dirige avec une grande habileté l'Observatoire de Leyde, dans lequel son frère est premier astronome, s'est occupé tout particulièrement des circonstances singulières que présente parfois le phénomène des contacts dans les passages sur le soleil, ainsi que de l'équation personnelle et des circonstances qui peuvent la rendre variable.

(1) M. Stone a été successivement premier assistant à Greenwich et directeur de l'Observatoire du Cap. Il a publié récemment un important *Catalogue*, comprenant les étoiles observées autrefois par La Caille. Cet ouvrage a été honoré d'un prix de l'Académie des sciences.

duit de bons résultats des photographies américaines, M. Stone émet le regret que la publication ait été trop tardive pour être utilisée dans la discussion.

M. Bakhuyzen pense de son côté que la photographie peut donner encore de bons résultats et, revenant sur l'opinion de M. Fœrster, il fait remarquer que la combinaison d'un nombre suffisant d'épreuves photographiques doit permettre d'éliminer les ondulations atmosphériques. En outre, on peut faire les mesures de distances en opérant sur plusieurs points des contours de Vénus et du soleil avec l'appareil de mesure construit pour Leyde par MM. Repsold de Hambourg. Par là, il est vrai, le travail est beaucoup augmenté.

Après quelques autres observations échangées entre les membres sur la photographie, M. Hirsch (1) appelle l'attention de la conférence sur un point qui lui paraît important. Il pense qu'on aurait dû s'entendre sur la manière d'utiliser finalement les observations du passage de 1874; le public scientifique est étonné de voir qu'au bout de sept années on n'a, sur les résultats des observations de 1874, que des publications partielles et peu nombreuses. Il y aurait peut-être lieu de songer à la formation d'un bureau des calculs, chargé de réunir, de réduire et de discuter toutes les observations qui se feront en 1882.

M. Dumas fait remarquer à ce sujet que l'on aura plus de cent ans jusqu'au prochain passage pour faire les calculs.

M. Fœrster partage l'opinion émise par M. Hirsch. M. Oudemans se range de préférence à l'avis de M. Dumas : la parallaxe définitive viendra plus tard.

La séance se termine par la proposition de nommer un certain nombre de commissions qui étudieront les points controversés et feront des rapports.

Deuxième séance (jeudi 6 octobre 1881). — La deuxième séance a été principalement consacrée au choix des stations. M. Dumas fait connaître les stations choisies par la commission française et donne les noms des chefs de mission.

AU NORD :

La Floride.	M. le colonel Perrier.
Cuba	M. d'Abbadie.
Golfe du Mexique	M. Bouquet de la Grye.
La Martinique.	M. Tisserand.

AU SUD :

Santiago du Chili	M. Le Clerc.
Santa-Cruz	M. Fleuriais.
Rio-Negro.	M. Perrotin.
Port-Désiré ou Chubut . . .	M. Hatt.

M. Mansilla, délégué de la République argentine, et M. Mœsta, délégué du gouvernement chilien, promettent l'appui et le concours de leurs gouvernements.

Chacune des huit stations françaises sera munie de deux équatoriaux, l'un de $0^m,217$ et l'autre de $0^m,162$. Deux stations seulement auront des appareils photographiques. Tous ces instruments seront prêts à la fin de l'année.

M. Liais donne des détails sur les expéditions du Brésil. M. Cruls (1) observera à Rio-Janeiro, où le soleil sera presque au zénith un peu après le deuxième contact. Il y aura en outre une seconde station en une localité située à une altitude de 1800 mètres, et une troisième à Pernambuco, où les chances de beau temps sont très grandes. Outre ces trois stations, M. Liais a demandé à son gouvernement deux autres stations, qui seraient organisées par la marine; l'une de ces dernières stations serait à Magellan.

M. Liais fait remarquer que les observations de Rio pourraient, à elles seules, déterminer la parallaxe, par la méthode de la parallaxe diurne (2).

M. Fœrster donne quelques détails sur les stations projetées par les astronomes allemands. On a l'intention d'organiser quatre missions : deux au sud des États-Unis, une troisième au sud de la République argentine; et une quatrième près du détroit de Magellan.

La discussion s'engage alors sur les chances de beau temps dans les différentes stations.

D'après M. Bouquet de la Grye, à Santiago du Chili, les chances de beau temps sont très grandes. Dans tout le détroit de Magellan, il n'y a peut-être pas une probabilité de 1/10 de voir une partie seulement du phénomène. Sur la côte orientale de l'Amérique du Sud, depuis Montevideo jusqu'au sud, les conditions sont très favorables.

Pour ce qui concerne les Antilles, c'est plus compliqué; à la Martinique, les conditions sont assez bonnes; il en est de même pour la Floride; à Cuba, les conditions sont moyennes; quant au golfe du Mexique, les chances de beau temps sont faibles sur la côte, mais elles deviennent assez grandes dans l'intérieur.

M. Pechüle (3) dit que le gouvernement danois se propose d'envoyer une expédition dans les Antilles danoises, à Sainte-Croix ou à Saint-Thomas.

M. Bakhuyzen dit que le gouvernement des Pays-Bas a

(1) L'Observatoire de Neuchâtel, dirigé par M. Hirsch, étudie avec un soin tout spécial les chronomètres fabriqués dans les villages du voisinage, la Chaux-de-Fonds, le Locle. On a pu voir aussi à l'Exposition d'électricité une pendule électrique de M. Hipp, de Neuchâtel, destinée à l'Observatoire de Neuchâtel. Cette pendule, fondée sur un principe nouveau, est extrêmement remarquable. Ajoutons que le prix consenti dans le traité intervenu entre MM. Hirsch et Hipp, est relativement faible, 2500 francs, une pendule de grande précision pouvant valoir 5000 francs.

En France, on a attendu jusqu'à ces derniers jours pour créer, à Besançon, un observatoire chronométrique; il est vrai qu'il en était question depuis dix ans.

(1) M. Cruls, premier assistant de M. Liais, a vu un des premiers la grande comète qui a paru cette année.

(2) C'est la méthode désignée comme troisième méthode dans l'article de la *Revue* du 9 juillet 1881, p. 36, et qui a été appliquée d'abord par Cassini. M. Airy, l'astronome royal, l'a recommandée de préférence aux autres.

(3) On doit à M. Pechüle la découverte de plusieurs comètes; il étudie en ce moment les spectres des étoiles rouges du catalogue de Birmingham (un des nombreux astronomes amateurs d'Angleterre). Ajoutons que M. Pechüle possède admirablement la plupart des langues de l'Europe.

l'intention d'envoyer une expédition à Curaçao ou à Saint-Martin, dans les Antilles; la station sera pourvue d'un héliomètre.

M. Viegas rappelle que le commencement du phénomène sera observable en Portugal, où le temps est magnifique en décembre; on fera des observations dans les observatoires de Lisbonne et de Coïmbre. On pourrait peut-être envoyer une expédition dans les colonies du Portugal, à Benguela, par exemple.

M. Weiss dit que le gouvernement austro-hongrois se propose d'envoyer une mission dans l'Amérique du Sud; l'expédition sera munie d'un héliomètre (1).

M. Stone donne lecture d'un rapport sur les stations projetées par le gouvernement anglais. Il n'y aura pas moins de seize stations réunies par groupes de deux stations peu éloignées l'une de l'autre. Les principaux centres de stations seront le Cap, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et les Antilles.

M. Pujazon dit que le gouvernement espagnol se propose d'organiser deux stations : l'une à Porto-Rico, l'autre à Cuba. Le gouvernement espagnol mettra le télégraphe à la disposition des observateurs.

M. Hirsch fait remarquer l'utilité qu'il y aurait à avoir un tableau synoptique des stations des divers pays, afin d'éviter l'accumulation des observateurs dans un même lieu.

Le président propose de nommer deux commissions, l'une qui s'occuperait de la répartition des stations et l'autre qui s'occuperait des méthodes d'observation et des instruments. Après un échange d'observations, la conférence décide de renvoyer à la commission des méthodes l'étude des procédés de calcul et de publication des observations du passage de 1882.

La *troisième et la quatrième séance* (10 et 12 octobre) ont été employées à examiner les registres des observations et les plaques photographiques du passage de 1874, ainsi que les machines micrométriques mises en usage pour la mesure des plaques.

M. Dumas insiste sur la nécessité de publier immédiatement les observations purement astronomiques qu'on recueillera en 1882.

Dans la *cinquième et dernière séance* (13 octobre) on a lu et discuté les rapports des commissions.

M. Wolf, astronome de l'observatoire de Paris, donne lecture du rapport de la commission des méthodes. La commission, pour ce qui est relatif à la méthode des contacts, a pris pour base les instructions anglaises en se bornant à éclaircir certains points.

A l'égard des autres méthodes qui peuvent aussi conduire à la parallaxe solaire, la commission s'est mise d'accord sur les propositions suivantes que nous résumons.

Relativement aux mesures micrométriques, l'usage d'appareils à doubles images est à recommander.

Les micromètres filaires ou réticules et les cercles divisés doivent être réservés aux stations dans lesquelles on peut compter sur la stabilité et la régularité des mouvements de la lunette.

On ne recommande pas d'une manière spéciale la photographie.

Il y aurait avantage à adjoindre aux expéditions quelques astronomes spectroscopistes italiens en vue de l'observation des contacts extérieurs.

Un certain nombre d'héliomètres qui ont été employés en 1874 et se trouvent libres maintenant pourraient être utilisés.

Enfin, au sujet d'une organisation internationale pour les calculs, la proposition suivante est soumise à la conférence :

« La conférence émet le vœu que le gouvernement français veuille s'adresser, par voie diplomatique, aux autres gouvernements représentés dans cette conférence ou qui s'intéressent aux passages de Vénus, afin de leur soumettre le projet de convoquer, après le retour des expéditions de 1882, une *Commission internationale des passages de Vénus*, à laquelle chacun des États enverrait un délégué muni de pleins pouvoirs pour créer en commun, et pour un temps limité, une organisation destinée à réunir toutes les données d'observation des passages de Vénus, et à en déduire, par un travail d'ensemble, un résultat général pour la parallaxe du soleil. »

La conférence adopte d'abord, à l'unanimité, la partie du rapport qui est relative aux méthodes d'observation. Le projet de création d'un bureau international donne lieu à un échange d'observations; il est toutefois adopté avec de légères modifications.

A cet égard, M. Dumas fait remarquer qu'un tel projet paraît être une conséquence naturelle de l'évolution scientifique. Autrefois, la science progressait par les efforts d'observateurs isolés; plus tard, la nécessité d'une coopération des savants d'une même nation s'est fait sentir; de là, la création des académies et des sociétés savantes nationales. Aujourd'hui, cela ne paraît plus suffisant; on sent, à toute occasion, la nécessité des réunions internationales des savants, et en astronomie, la science de l'univers, plus que dans toute autre science.

M. le président donne ensuite la parole à M. Bouquet de la Grye, rapporteur de la commission des stations.

Le rapport émet le vœu que le Portugal choisisse, au lieu de Benguela, la station de Lourenço-Marques; que la mission française du Chili s'établisse en dehors de Santiago, où se trouve déjà un observatoire bien connu; enfin, que les stations non encore désignées s'intercalent entre les stations déjà choisies, sans en doubler aucune.

Les conclusions du rapport sont adoptées à l'unanimité.

Le tableau suivant indique les missions projetées pour le passage de Vénus de 1882.

(1) On remarquera que l'héliomètre a été choisi par plusieurs commissions étrangères. Il avait déjà été employé, lors de l'expédition de 1874, par les astronomes allemands en particulier. Aucun résultat n'a été jusqu'ici publié; mais il paraît que les expéditions ont eu à se louer d'avoir employé l'héliomètre.

MISSIONS PROJETÉES POUR LE PASSAGE DE VÉNUS DE 1882.

Pays.	Stations.	Nombre d'instruments et diamètre des objectifs.	Noms des chefs de mission.
Allemagne	1. République Argentine.		
	1. Détroit de Magellan ou îles Falkland.		
	2. États-Unis.		
Angleterre	1. Bermudes.	Deux de 0m,152.	
	1. Jamaïque.	Idem.	
	1. Barbade.	Idem.	
	3. Cap de Bonne-Espérance.	Six de 0m,152.	
	1. Madagascar.	Deux de 0m,152.	
	1. Iles Malouines (Falkland).	Idem.	
	1. Sydney.	Idem.	
	1. Melbourne.	Idem.	
Autriche	?	?	
Brésil	1. Itapeva (point élevé).	0m,300 — 0m,250 — 0m,163.	
	1. Pernambuco.		
	1. Rio-Janeiro.		
	1. Antilles?		
	1. Magellan?		
Chili	1. Santiago du Chili.		
Danemark	1. Saint-Thomas ou Sainte-Croix.		
Espagne	2. Cuba.	Deux de 0m,152 et deux de 0m,102.	
	1. Porto-Rico.	Un de 0m,152 et un de 0m,102.	
États-Unis	?		
France	1. Cuba.	Un de 0m,217 et un de 0m,163.	MM. d'Abbadie.
	1. Martinique.	Idem.	Tisserand.
	1. Floride.	Idem.	Perrier.
	1. Mexique.	Idem.	Bouquet de La Grye.
	1. Chili.	Idem.	Le Clerc.
	1. Santa-Cruz.	Idem.	Fleuriais.
	1. Chubut.	Idem.	Hatt.
	1. Rio-Negro.	Idem.	Perrotin.
Italie	?		
Mexique	1. Chapultepec.		
Pays-Bas	1. Curaçao ou Saint-Martin.	Un de 0m,163.	
Portugal	1. Lourenço-Marques.		
République Argentine	2.		Bœuf.

Nous renverrons pour les « instructions sur l'observation des contacts » à la *Revue scientifique*, n° du 29 octobre.

La conférence se sépare après une courte allocution de M. Dumas, qui émet l'espoir que la conférence internationale de 1883 arrivera à des résultats utiles à la science.

PHYSIOLOGIE

Comparaison des muscles, des nerfs et des centres nerveux (1).

On peut établir une sorte de parallèle entre la physiologie générale des muscles, des nerfs et des centres nerveux.

D'abord ces divers tissus se ressemblent par leur origine. Ils proviennent tous de cellules, ou plutôt ils ne sont eux-mêmes que des cellules, cellules différenciées, perfectionnées, adaptées les unes au mouvement, les autres à la sensibilité et à l'intelligence; mais enfin ce ne sont que des cellules, et, quelles que soient les différences qui les séparent, ces différences sont, jusqu'à un certain point, secondaires; car les lois générales suivant lesquelles ces tissus répondent à l'excitation sont à peu près les mêmes.

Ce qui domine toute la physiologie générale, c'est la grande conception, vaguement formulée par Glisson, reprise par Haller et développée par les physiologistes modernes, de l'irritabilité. On ne saurait en exagérer l'importance. Connaître les lois de l'irritabilité, c'est connaître les lois de la vie.

Il faut admettre que tous les organismes et tous les tissus sont dans un certain état actuel plus ou moins stable, qui peut être modifié par les forces extérieures. Toute force exté-

(1) Cet article est extrait d'un livre qui paraîtra prochainement à la librairie Germer Baillière : *Physiologie des muscles, des nerfs et des centres nerveux*, par M. Charles Richet. 1 vol. in-8° de 930 pages, 1882. — Cette leçon est la dernière du volume. On retrouvera dans cet ouvrage plusieurs des leçons publiées déjà dans la *Revue scientifique*. — Des mouvements de la cellule. — De la rigidité cadavérique. — Phénomènes chimiques de la contraction musculaire. — Étude historique du système nerveux. — Conditions de la vie du cerveau. — De la vibration nerveuse. — Poissons électriques et animaux lumineux.

rieure qui tend à modifier l'état actuel de la cellule est pour elle un irritant, et met en jeu son irritabilité.

L'état actuel de la cellule est à la fois chimique et physique. Elle est dans un certain état électrique, à une certaine température, à une certaine pression, dans un certain milieu chimique. Si une force extérieure quelconque intervient, qui modifie cet état électrique, thermique, mécanique, chimique, cette force deviendra un irritant, un stimulus. Aussi toutes les forces extérieures sont-elles des excitants. Il y a des excitants électriques, chimiques, thermiques, mécaniques, et c'est parce qu'ils modifient la constitution de la cellule qu'ils éveillent son irritabilité. Tous les irritants sont des modificateurs de la cellule, et tous les modificateurs sont des irritants.

D'après cette conception, l'être vivant n'est pas actif par lui-même. Il est doué cependant d'une certaine activité, puisqu'il peut réagir aux forces extérieures; mais il est incapable de se mouvoir spontanément. Si l'on suppose — et cette condition n'est jamais réalisée — un organisme homogène placé dans un milieu inerte et absolument stable, cet organisme restera absolument immobile. L'activité des êtres vivants n'est pas spontanée; c'est une activité provoquée, une *activité de réponse*.

Cette notion, qu'un irritant agit en modifiant l'état actuel, explique que certaines conditions sont nécessaires pour qu'il y ait excitation. En effet, si les changements d'état qu'on fait subir à un organisme sont extrêmement lents et graduels, cet organisme ne subira pas d'excitation véritable. Par exemple, en renforçant très graduellement un courant électrique, on peut faire en sorte que ce courant électrique ne provoque aucun mouvement. En appliquant des solutions acides très faibles sur la peau d'une grenouille, on pourra augmenter très lentement l'acidité jusqu'à atteindre un dégré très élevé, sans provoquer de réflexe. Il en est de même, quels que soient les excitants qu'on emploie.

Il semble que les tissus ne puissent réagir qu'à une différence entre deux excitations. Soit une excitation A, par exemple : si elle est immédiatement suivie d'une autre excitation A identique, non séparée de la première par un intervalle quelconque de repos, la seconde excitation reste sans effet. C'est ce qui se passe, en particulier, pour la sensibilité consciente. Nous ne percevons que la différence des excitations, et non les excitations elles-mêmes. En plaçant la main dans une certaine position, et en la maintenant absolument immobile, toute notion de toucher disparaît; et au bout de quelques secondes on ne saura se rendre compte de la nature de l'objet qu'on touche.

Ainsi nous arrivons à cette conclusion : que tout changement d'état est un irritant; mais qu'il n'est irritant que s'il est plus ou moins brusquement appliqué au tissu.

Indépendance de l'irritabilité. — L'irritabilité est propre à chaque tissu et ne dépend que de sa structure. En effet, le muscle privé de sang reste irritable. Si on lie l'aorte de manière à supprimer toute circulation, si l'on tue un animal à sang chaud ou à sang froid en lui enlevant le cœur, si l'on remplace le sang par une solution diluée de chlorure de sodium, dans tous ces cas, le muscle continue à vivre, et son irritabilité persiste.

Ce qui est vrai pour le muscle est vrai aussi pour le nerf. Dans une membre privé de sang, le nerf moteur et le nerf sensitif restent excitables. Sur un chien dont le cœur a été enlevé, on peut, pendant plus d'une demi-heure, constater que le nerf sciatique a conservé son pouvoir excito-moteur.

Le système nerveux central obéit aussi à la même loi. A la vérité, chez les animaux à sang chaud, l'irritabilité des centres nerveux disparaît presque immédiatement après que la circulation du sang à travers les cellules nerveuses a cessé; mais chez les animaux à sang froid, lors même qu'il n'y a plus de circulation, il se manifeste encore pendant quelque temps des phénomènes d'activité de la substance nerveuse centrale.

Non seulement les divers tissus sont vivants, indépendamment les uns des autres, mais encore ils sont indépendants dans leurs diverses parties. La section d'un muscle en plusieurs tronçons laisse intacte l'irritabilité de ces tronçons; les divers segments d'un nerf coupé en plusieurs morceaux restent irritables. En faisant sur la moelle épinière une série de sections transversales, on n'abolit pas le pouvoir réflexe de ces différentes portions : on ne fait que détruire leur harmonie réciproque.

De là cette conséquence qu'il n'y a pas de mort générale. Il y a des morts locales, successives, au fur et à mesure de la disparition de l'irritabilité des divers éléments qui composent l'organisme. Certes, il est chez les animaux supérieurs des liens étroits, établis par le système nerveux et le système circulatoire, entre les diverses parties de l'être; mais ces liens ne sont pas tels que la mort du centre entraîne immédiatement la mort des parties périphériques.

La vie n'est donc pas une force simple dominant l'organisme; c'est une force inhérente à tous les tissus, à toutes les cellules de l'organisme. Aussi chaque tissu, chaque cellule, possèdent-ils leur irritabilité particulière, leur individualité dans la vie comme dans la mort.

Mort des éléments irritables. — Les phénomènes qui accompagnent la perte de l'irritabilité d'un tissu affectent des modalités analogues dans les muscles, les nerfs et les centres nerveux.

Voyons d'abord ce qui survient dans le cas le plus simple, soit cette condition que nous avons longuement étudiée, la privation de sang ou l'anémie. D'abord l'excitabilité augmente ; puis elle atteint un maximum ; puis elle décroît, rapidement d'abord, lentement ensuite.

Tous les poisons, tous les excitants, agissent de la même manière. En effet, ce sont toutes causes tendant à déterminer la mort du tissu. Il faut bien avoir présent à l'esprit ce fait, qu'une irritation, quelle qu'elle soit, est une cause de mort pour le tissu, car elle tend à l'écarter de son état actuel, probablement le seul qui soit favorable à l'intégrité du tissu.

Il résulte de là cette double conséquence très importante :

d'une part, toute excitation accroît l'excitabilité d'un tissu irritable ; d'autre part, toute excitation, en se prolongeant, diminue l'excitabilité de ce tissu.

Prenons quelques exemples. Un nerf a une excitabilité de 10, je suppose. Qu'on le prive de sang, l'anémie sera pour lui un excitant, et son excitabilité montera à 15, pour tomber ensuite, graduellement, si l'anémie continue, jusqu'à 0. Soit un muscle dont l'excitabilité est de 10 : si l'on fait agir sur lui un courant électrique faible, son excitabilité montera à 15 ; mais, si le courant électrique continue à agir, son excitabilité ira diminuant de plus en plus jusqu'à devenir tout à fait nulle.

C'est aussi ce qu'on observe en étudiant l'empoisonnement du système nerveux central par des substances toxiques. Comparons à cet effet deux poisons du système nerveux central, très différents en apparence : le chloroforme et la strychnine. Tous deux, au début de leur action, accroissent énormément l'irritabilité des centres nerveux. A une certaine période de la chloroformisation, les réflexes sont exagérés, l'intelligence est suractivée, phénomènes dépendant de l'excitabilité plus grande de la substance grise des centres nerveux, laquelle subit un commencement d'empoisonnement. Cette période d'excitation du chloroforme au début répond à la période d'état de la strychnine, dans l'empoisonnement strychnique. Seulement avec la strychnine la période d'excitation est très longue et très stable, tandis qu'avec le chloroforme elle est passagère. Mais que l'on pousse plus loin les deux empoisonnements, et on verra l'analogie et même la similitude de leurs effets. A une forte dose, soit de chloroforme, soit de strychnine, il y a suppression complète de tous les phénomènes cérébraux et médullaires. Alors il n'y a plus ni intelligence, ni conscience, ni sensibilité, ni mouvements spontanés ou réflexes. Les deux poisons ont commencé de la même manière, par l'excitation ; et ils finissent de la même manière, par la paralysie.

L'état de santé ou de stabilité des tissus ne répond donc pas à leur maximum d'excitabilité. De fait, l'hyperexcitabilité est le premier phénomène de la mort.

Quelquefois des excitations faibles ne déterminent aucun mouvement apparent ; elles ont cependant changé l'excitabilité du tissu et modifié l'élément irritable, dans le sens d'une plus grande excitabilité. C'est ainsi par exemple qu'agissent les courants électriques très faibles, les solutions salines diluées, une dessiccation modérée, une température graduellement croissante, une anémie lentement progressive. Ces modificateurs ne sont pas assez énergiques pour déterminer une réponse ; mais ils facilitent la réponse. Tout se passe comme si, pour irriter un tissu, une certaine somme d'excitation était nécessaire. Sur un nerf anémié et dénudé, l'anémie, je suppose, représente 1 d'excitation, et la dessiccation 1 : il n'y aura donc pas de réaction. Si alors on fait agir un courant électrique de force 3, cette excitation provoquera la réaction de ce nerf que l'anémie et la dessiccation ont rendu plus excitable, alors que, sur le nerf intact, le courant de force 3 n'aurait amené aucun changement réactionnel visible.

Hiérarchie des tissus vivants. — Les divers éléments de la vie de relation ne sont pas également excitables, et, d'autre part, leur existence est plus ou moins délicate, plus ou moins fragile. Les uns résistent beaucoup et longtemps à la chaleur, à l'électricité, à l'anémie ; les autres, au contraire, meurent très rapidement et s'épuisent très vite. Il y a une hiérarchie parmi les cellules vivantes, et cette hiérarchie se retrouve, quelles que soient les causes qui tendent à faire disparaître ou à accroître l'excitabilité.

Nous avons à envisager ici quatre variétés de tissus : les muscles, les nerfs, les extrémités nerveuses terminales et les centres nerveux.

Les muscles sont les plus résistants ; ils meurent les derniers. Il faut, pour mettre en jeu l'irritabilité du muscle, une plus grande tension électrique que pour l'irritabilité du nerf. Sur un animal dont le cœur est enlevé depuis quelque temps, les muscles vivent encore, alors que les nerfs et les centres nerveux sont physiologiquement tout à fait anéantis.

En second lieu, viennent les nerfs, plus excitables que les muscles, et dont l'irritabilité meurt plus vite.

En troisième lieu, il faut placer les extrémités nerveuses terminales qui sont très facilement excitables, et très sujettes à subir l'action des divers poisons. Mais malheureusement leur étude physiologique est à peine ébauchée, de sorte qu'il est difficile de séparer méthodiquement leurs propriétés vitales, soit de celles des nerfs, soit de celles des centres nerveux.

En dernier lieu, comme tissu éminemment délicat et excitable (non par l'électricité, mais par l'anémie et les poisons), il faut placer les centres nerveux. Ceux-là ne peuvent, au moins chez les animaux supérieurs, survivre à l'anémie au delà de quelques secondes. Tous les poisons ou presque tous les poisons les atteignent et anéantissent vite leurs propriétés. Les mêmes changements de température qui ont laissé les muscles et les nerfs à peu près indemnes modifient profondément la fonction des tissus nerveux centraux.

Dans ces mêmes centres nerveux il faut distinguer plusieurs parties. La substance blanche est moins délicate que la substance grise. Si la moelle est privée de sang, les cordons blancs de la moelle peuvent encore conduire les excitations, alors que toute action réflexe est abolie.

La substance grise de l'axe encéphalo-médullaire n'a pas tout à fait la même excitabilité dans ses diverses parties. Il est probable, autant du moins qu'on en peut juger par les effets de l'anémie, des empoisonnements ou de la chaleur, que la substance grise cérébrale est plus susceptible encore que la substance grise médullaire. En tout cas, la partie la plus résistante de l'axe gris encéphalo-médullaire, c'est le bulbe rachidien. En effet, le bulbe conserve encore presque entièrement sa puissance excito-motrice sur la respiration, sur le cœur, sur les vaisseaux artériels, alors que la conscience a depuis longtemps tout à fait disparu, et que tous les mouvements réflexes ont cessé.

Tous ces tissus peuvent être dans un état de mort apparente, c'est-à-dire que pendant un certain temps, qui est très variable, leurs fonctions sont abolies, et leur irritabilité

n'existe plus, quoiqu'on puisse la faire revenir en leur rendant les conditions de l'existence normale. Les êtres inférieurs placés aux confins des deux règnes, bactéries, spores, vibrions, infusoires, peuvent rester ainsi pendant plusieurs années dans un état de *vie latente*. Pour les tissus que nous étudions ici, il peut aussi y avoir vie latente, mais pendant une durée très courte, d'autant plus courte qu'il s'agit de cellules hiérarchiquement supérieures. Un muscle privé de sang, et qui a perdu son irritabilité, peut quelque temps après la recouvrer, si on lui donne du sang oxygéné. Il en est de même pour les centres nerveux ; mais il faut beaucoup moins de temps pour amener la mort définitive des centres nerveux que pour amener celle des muscles.

Cette hiérarchie de tissu à tissu est aussi d'animal à animal, de sorte que tous les muscles, tous les nerfs, tous les centres nerveux, n'ont pas la même excitabilité. D'une manière générale (sauf le cas des poissons dont les muscles meurent très vite), les animaux à sang froid ont des tissus moins excitables que les animaux à sang chaud. Ce qui se compte par minutes pour un mammifère se compte par heures, et presque par jours, pour un batracien. Si l'on prenait les deux termes extrêmes de l'échelle hiérarchique des tissus, on aurait, d'une part, la couche corticale des hémisphères cérébraux de l'homme, qui perd sa fonction deux ou trois secondes après la suppression de la circulation, et, d'autre part, le muscle de la tortue qui présente encore quelques traces d'irritabilité huit à douze jours après que le cœur a été enlevé.

Si les animaux à sang chaud ont des éléments plus excitables, qui perdent plus vite leur vitalité que ceux des animaux à sang froid, c'est qu'il y a dans ces tissus des combustions interstitielles dont l'activité est bien différente. Chez les uns, les phénomènes chimiques intimes sont très actifs; chez les autres, ils sont très lents.

La rénovation et la consommation de substance se font beaucoup plus vite dans certains tissus que dans d'autres, de sorte que la hiérarchie des tissus est réglée par le degré d'activité des combustions chimiques interstitielles. La cellule nerveuse, qui consomme très vite sa propre substance, meurt très vite; la cellule musculaire du batracien ne consomme, au contraire, que très peu sa substance, et meurt lentement.

Les uns et les autres ont un même cycle à parcourir pour passer de la vie à la mort. Mais dans les tissus chimiquement actifs le cycle est rapidement accompli, tandis que dans les tissus à combustions chimiques paresseuses le cycle peut être mille ou deux mille fois plus lent.

Il serait très intéressant d'établir une relation entre l'excitabilité plus ou moins grande d'un tissu, et l'activité plus ou moins grande des phénomènes chimiques interstitiels dont il est le siège. Mais il a été jusqu'à présent impossible de relier ces fonctions l'une à l'autre.

Toutes ces vues sont évidemment assez hypothétiques; elles ont cependant, je crois, cet avantage de prêter à des expériences nouvelles et de permettre une conception plus générale des phénomènes de la vie.

Réaction des tissus à l'irritant. — Le résultat d'une irritation est de provoquer un mouvement dans le tissu irritable qui réagit à sa manière. Si nous avons étudié avec tant de détails les formes et les périodes de la contraction musculaire, c'est que c'est précisément le moyen le plus facile d'arriver à connaître la réaction des tissus aux excitants qui les atteignent. Les courbes myographiques donnent, en quelque sorte, le schéma de la loi de réaction des tissus.

Reprenons donc très rapidement l'étude de cette contraction musculaire.

Elle se compose de trois périodes, visibles et analysables lorsqu'on emploie une excitation électrique unique. C'est d'abord une période latente, puis une période d'ascension, puis une période de descente. La durée de ces trois périodes est, en général, corrélative. Si le muscle est frais, si l'excitation est forte, les trois périodes sont très rapides. Elles sont très lentes dans le cas contraire.

Remarquez aussi que l'excitation est extrêmement courte, puisque la durée d'une étincelle électrique n'est guère que la soixante millième partie d'une seconde. Cependant la réponse du muscle dure une et plusieurs secondes : par conséquent, elle est prodigieusement longue, comparée à la brièveté de l'excitant. Chaque excitation laisse donc après elle un retentissement, une vibration plus ou moins prolongée, et en tout cas beaucoup plus longue que l'excitation elle-même.

Il n'est pas nécessaire, pour qu'il y ait excitation et retentissement de cette excitation, que la réponse du muscle ait été apparente, attendu que souvent des conditions particulières peuvent masquer le phénomène. Il y a quelquefois, après une excitation très brève et qui semble avoir été inefficace, une contraction latente prolongée.

Cette contraction latente n'est autre qu'une augmentation d'excitabilité; ou plutôt on peut faire rentrer le phénomène d'augmentation d'excitabilité dans le phénomène de la contraction latente.

Si l'on passe du muscle à la substance nerveuse, on retrouvera ces mêmes phénomènes. Chaque excitation laisse après elle un long ébranlement. Par exemple, un choc violent sur le bulbe d'une grenouille excite la moelle pendant plusieurs minutes, et le retentissement de ce choc unique est très prolongé. De même aussi, des excitations, en apparence inefficaces, ont laissé après elles une certaine modification; et l'accroissement d'excitabilité consécutif dure souvent plusieurs minutes.

Pour les centres nerveux supérieurs encéphaliques, l'ébranlement provoqué par une seule excitation est plus durable encore. Une violente décharge électrique produit un ébranlement douloureux qui peut durer dix minutes et plus encore ; la frayeur vive provoquée par la vue d'un objet quelconque terrifiant peut durer plusieurs minutes, plusieurs heures.

Bien plus, par suite d'un perfectionnement spécial propre au système nerveux encéphalique des êtres supérieurs, ces excitations du dehors peuvent se fixer définitivement, s'emmagasiner dans l'intelligence. Cette faculté, c'est la mé-

moire, car la mémoire peut être considérée comme le retentissement prolongé, presque indéfini, d'une excitation. Quoique l'explication physiologique de ce phénomène mental soit encore extrêmement obscure, on peut cependant comparer la mémoire du cerveau à la mémoire de la moelle et au retentissement prolongé d'une excitation unique et brève sur le muscle.

Vibrations nerveuses et musculaires. — Plus obscure encore, peut-être, est l'étude de la nature même de l'ébranlement. On peut cependant faire à ce sujet quelques hypothèses conformes aux données de la physique moderne.

Nous savons que les différentes forces se transmettent dans l'espace par des vibrations ondulatoires. L'exemple de cette transmission nous est donné par le phénomène vulgaire de l'ondulation d'un liquide ébranlé par un choc. L'onde va ainsi de proche en proche, s'étendant du point ébranlé aux diverses parties du liquide. L'électricité, la lumière, la chaleur, le son, se propagent suivant le même mode.

Dans les éléments nerveux et musculaires, il se fait très probablement une vibration moléculaire analogue. Chaque excitation fait vibrer une portion quelconque du tissu et se communique ainsi de proche en proche. Pour le muscle, on a pu, par l'examen de l'onde musculaire, saisir sur le fait la vibration ondulatoire de la substance organique. Cela rend très probable que pour le nerf il y a un phénomène semblable, une vibration nerveuse, qui est consécutive à une excitation. Pour les centres nerveux aussi, il y a probablement, quand ils entrent en activité, formation d'une onde analogue à l'onde musculaire et à l'onde nerveuse.

Si l'on n'a pas pu inscrire l'onde nerveuse, comme on a pu inscrire au myographe l'onde musculaire, au moins a-t-on pu en constater une des manifestations, ou plutôt une des conséquences. Chaque fois qu'un nerf est excité, son pouvoir électromoteur varie, et il se fait dans le tissu une ondulation électrique (variation négative) liée très probablement à la vibration nerveuse simultanée.

En somme, il est probable que chaque vibration moléculaire entraîne un changement dans l'état morphologique, dans l'état électrique, dans l'état thermique, dans l'état chimique de l'élément. Pour l'état morphologique, nous n'en connaissons rien, et il faudra sans doute bien du temps pour que le microscope nous montre ce qui se passe dans un nerf excité. Pour l'état électrique, nous connaissons la variation négative des muscles et des nerfs. Quant à ce qui concerne les changements dans la constitution chimique, nous n'avons que des connaissances extrêmement grossières. Les phénomènes thermiques sont la conséquence des combustions chimiques qui s'opèrent : ils sont assez mal connus encore.

On peut jusqu'à un certain point considérer la vibration du nerf comme un véritable irritant, qui agit sur le segment nerveux placé au-dessous. L'excitation du segment A détermine une certaine modification de ce segment, qui se communique au segment B, puis au segment C, et ainsi de suite. Mais ces modifications successives sont-elles dues à une vibration particulière ou aux changements électriques et chimiques qui surviennent par le fait de l'excitation ? Autrement dit, les modifications électro-chimiques sont-elles la conséquence de la vibration nerveuse, ou bien constituent-elles toute la vibration nerveuse ? On ne peut faire que des hypothèses à ce sujet.

En somme, la propagation d'une excitation dans les éléments similaires d'un même tissu s'opère par l'irritabilité de la cellule. La cellule A est irritée par un excitant extérieur ; puis, après avoir réagi, elle va irriter la cellule B, et ainsi de suite de proche en proche se fait la propagation de l'irritation. Il y a donc à côté des excitants chimiques, physiques, mécaniques, un autre excitant, l'excitant physiologique qui agit comme les excitants extérieurs, c'est-à-dire en modifiant l'état actuel de la cellule.

Conservation de la force et énergie latente dans les organismes vivants. — En même temps que la vibration du nerf ou du cerveau et que la contraction du muscle, il se passe dans ces tissus des phénomènes chimiques et physiques qui permettent de faire rentrer les lois physiologiques des êtres vivants dans les lois physiques qui régissent les corps inertes.

Vous connaissez la théorie mécanique de la chaleur et la théorie de la conservation de l'énergie, qui n'est qu'un corollaire de la théorie mécanique de la chaleur. D'après ces deux grandioses conceptions de la science moderne, nulle force n'est perdue dans la nature. Le mouvement n'est qu'une forme de la chaleur : les quantités de chaleur dégagée et de mouvement produit sont absolument corrélatives. Il n'y a, dans la nature, que des changements et des métamorphoses de la force. La quantité de force répandue dans le monde est constante. Ce qui varie, ce sont ses formes, attendu que la force se manifeste tantôt en chaleur, tantôt en mouvement, tantôt en électricité, tantôt en combinaisons ou décompositions chimiques.

La force des êtres vivants est d'origine chimique, c'est-à-dire qu'il se fait dans l'intimité de leurs tissus des oxydations, des hydratations, et toute une série de phénomènes qui ont pour résultat, non pas de produire de la force, mais de faire apparaître au dehors une force qui était latente. Cette force se manifeste en chaleur et en mouvement; et le rapport entre la chaleur et le mouvement est tellement étroit que s'il y a beaucoup de mouvement produit, la chaleur qui se dégage est minime. Réciproquement, s'il se dégage beaucoup de chaleur, il y a peu de mouvement.

Le dernier résultat de toutes ces compositions et décompositions chimiques, c'est l'absorption d'oxygène et la production d'acide carbonique. Cet échange gazeux est absolument nécessaire à la vie des êtres. Il faut, en effet, à leur organisme assez de chaleur pour résister au milieu extérieur, et c'est l'absorption d'oxygène qui leur fournit cette force nécessaire. Il faut aussi que les êtres vivants puissent se mouvoir, et par conséquent qu'ils accumulent dans leurs tissus des forces chimiques suffisantes pour qu'il y ait à un moment donné dégagement de quelque force.

Ces appareils admirables, qui sont les êtres vivants, ont en eux une énergie *latente* considérable, en ce sens qu'une excitation très faible peut provoquer un mouvement considérable, hors de toute proportion avec la petitesse de la cause excitatrice. Supposons, par exemple, une poussière qui tombe dans l'œil; cette légère cause provoque toute une série de mouvements compliqués et prolongés; les larmes, la colère, la fuite, l'indignation, la douleur, etc. Il n'y a évidemment aucun rapport entre cette petite excitation et cette énorme réaction.

C'est qu'il existe, dans l'organisme de l'individu vivant, une somme de forces accumulées depuis longtemps, et qui font explosion tout à coup. Supposez qu'on ait apporté un tonneau de poudre dans une chambre; une petite étincelle, force minime, tombant sur la poudre, fera sauter la maison. C'est que la poudre contenait sa force à l'état d'énergie latente, et qu'il a suffi pour la dégager d'une force extérieure très petite. De même les êtres vivants possèdent, accumulées dans leur organisme, des forces chimiques considérables, qui surgissent au dehors sous l'influence d'une excitation très faible.

Ce que le génie pénétrant de Descartes avait pressenti, la science moderne le prouve. Les êtres vivants sont de véritables machines, machines extrêmement délicates et complexes, mais enfin machines, qui sont disposées de telle sorte qu'elles réagissent suivant des lois immuables aux forces extérieures. Cette réaction nécessaire de l'être aux changements qui l'ébranlent fait que l'apparente spontanéité des animaux supérieurs n'est qu'un des modes de l'irritabilité, car, bien que la machine vivante paraisse produire de la force, elle ne la produit pas spontanément et ne fait jamais que répondre à l'excitation du dehors. Mais grâce à l'accumulation dans l'organisme des forces chimiques de tension, le dégagement de force provoqué par un ébranlement extérieur est énorme et hors de toute proportion avec l'ébranlement extérieur.

C'est surtout la cellule nerveuse qui possède une énergie latente extrême; mais elle répond à l'excitation suivant les mêmes lois que le nerf et le muscle.

Ch. Richet.

VARIÉTÉS

Le recensement de 1881 à Paris.

Nous connaissons maintenant quelques-uns des résultats du recensement qui a été fait au milieu du mois de décembre de l'année dernière (13 déc. 1881).

La population de Paris s'est accrue en cinq ans de 237 104 habitants. Elle était en 1876 de 1 988 806, elle est aujourd'hui de 2 225 902 habitants. L'accroissement annuel a donc été de 47 420, ce qui fait à peu près 124 par jour.

Il est à remarquer que l'excédent des naissances sur les décès ne joue dans cette augmentation qu'un rôle minime. En effet, pour la ville de Paris l'excédent des naissances est très faible et n'atteint jamais annuellement le chiffre de 6000. On peut donc admettre que sur les 47 420 habitants qui représentent l'accroissement annuel de Paris, un huitième seulement est dû à l'excédent des naissances. Les sept huitièmes sont dus à une immigration d'individus venant de la campagne ou de la province.

Voici, par arrondissement, le chiffre de la population parisienne à trois époques différentes :

Arrondissements.	1861.	1876.	1881.
Ier. — Palais-Royal	89 519	71 898	75 390
IIe. — Bourse	81 609	77 768	76 394
IIIe. — Temple	99 116	90 797	94 151
IVe. — Hôtel-de-Ville	108 520	98 293	103 760
Ve. — Panthéon	107 754	104 373	113 804
VIe. — Luxembourg	95 931	97 631	97 735
VIIe. — Palais-Bourbon	72 965	83 672	83 388
VIIIe. — Élysée	69 814	83 093	88 828
IXe. — Opéra	107 326	115 689	122 896
Xe. — Enclos-Saint-Laurent	115 371	142 964	151 718
XIe. — Popincourt	125 718	182 287	209 164
XIIe. — Reuilly	65 748	93 537	102 435
XIIIe. — Gobelins	56 798	72 203	92 221
XIVe. — Observatoire	52 594	75 427	91 713
XVe. — Vaugirard	56 041	78 579	100 348
XVIe. — Passy	36 721	51 299	60 702
XVIIe. — Batignolles	75 228	116 682	143 187
XVIIIe. — Montmartre	106 356	153 264	177 318
XIXe. — Buttes-Chaumont	76 445	98 367	116 772
XXe. — Ménilmontant	70 060	100 083	123 978
Totaux	1 667 841	1 988 806	2 225 902

On remarquera que la population ne s'est accrue depuis vingt ans que dans les arrondissements excentriques. Dans les arrondissements du centre, où ont été faits d'énormes percements, des boulevards, des squares, etc., c'est à peine si la population s'est accrue. Les neuf premiers arrondissements, qui sont les uns et les autres des arrondissements centraux, ont un total

En 1861, de	832 554
En 1881, de	856 346

soit un accroissement de 23 792 habitants en vingt ans.

Au contraire, les onze autres arrondissements de la périphérie ont pris une extension énorme, puisque leur population, qui était en 1861 de 835 297, est actuellement, à la fin de 1881, de 1 369 556. L'immigration est donc surtout dirigée vers les arrondissements de la périphérie, alors que l'immigration dans les arrondissements du centre est presque nulle. Il est probable que cette tendance continuera à se manifester.

Il peut paraître intéressant de comparer la population actuelle de Paris, à la population parisienne d'autrefois. Voici quels sont les chiffres relatifs aux anciens recensements.

1801	547 700
1811	622 000
1817	713 900

1831	785 800
1836	868 400
1841	935 200
1846	1 053 800
1851	1 053 200
1856	1 174 300
1861 (1)	1 667 841
1866	1 825 200
1872	1 851 700
1876	1 988 806
1881	2 225 902

L'accroissement de la ville de Paris a été depuis 1861 jusqu'en 1881, en vingt ans, de 558 061; soit pour 1000 habitants de 334. Cela permet de supposer qu'en 1901 la population sera d'environ 2 967 164 habitants et, en 1921, de 3 955 330, c'est-à-dire, dans quarante ans, de près de quatre millions d'habitants. Mais ces calculs ne sont qu'assez hypothétiques, et on ne peut guère faire de précision tant soit peu vraisemblable sur l'avenir si mystérieux encore qui est réservé à la capitale de la France.

Paris est, pour la population, la seconde ville du monde. Voici les populations des autres grandes villes du monde ayant plus de 500 000 habitants.

Londres	3 814 571
Paris	2 225 902
Canton	1 600 000 (?)
Pékin	1 500 000 (?)
Berlin	1 222 360
New-York	1 206 590
Tien-Tsin	930 000 (?)
Philadelphie	846 984
Tokio	811 510
Bombay	753 000
Vienne	705 402
Calcutta	683 458
Saint-Pétersbourg	667 963
Foutchéou	630 000 (?)
Moscou	601 969
Han-Kéou	600 000 (?)
Constantinople	600 000 (?)
Brooklyn	566 689
Liverpool	552 425
Glascow	511 532
Chicago	503 304

Le recensement de 1881 nous donne aussi des documents sur l'augmentation de la population suburbaine dans le département de la Seine. En cinq ans il y a pour la banlieue de Paris, comme pour Paris même, une notable augmentation, comme le témoignent les chiffres suivants :

Arrondissements.	1876.	1881.	Augmentation.
De Saint-Denis	237 852	303 814	65 962
De Sceaux	184 191	218 086	33 895

La plupart des villes ou communes du département de la Seine ont vu s'élever le nombre de leurs habitants. Voici dans quelles proportions, pour les villes possédant plus de dix mille habitants.

(1) Augmentation de la superficie.

	1876.	1881.	Augmentation.
Saint-Denis	34 908	43 265	8 357
Levallois-Perret	22 744	29 361	6 617
Boulogne	21 556	24 921	3 365
Reuilly	20 781	24 387	3 606
Vincennes	18 243	20 241	1 998
Clichy	17 354	23 808	6 454
Ivry	15 247	18 228	2 981
Aubervilliers	14 340	19 742	5 402
Pantin	13 665	17 900	4 235
Montreuil	13 607	18 455	4 848
Puteaux	12 181	15 184	3 003
Courbevoie	11 934	15 000	3 066
Saint-Ouen	11 255	17 514	6 259
Gentilly	10 378	12 213	1 835
Issy	9 484	11 000	1 516
Charenton	8 822	10 393	1 571
Vanves	8 812	11 744	2 932
Saint-Maur	8 433	10 410	1 977
Asnières	8 278	10 851	1 573
Colombes	6 640	10 357	3 717

Quelques communes seulement ont perdu des habitants. Ce sont les suivantes :

Romainville	181
Rosny	209
Fontenay-sous-Bois	152
L'Hay	73
Fresnes	45
Orly	17
Chevilly	4

L'augmentation du département de la Seine a donc été très considérable durant les cinq dernières années, puisque elle a été en cinq ans de 341 961 habitants : ce qui fait pour mille habitants un accroissement total de 142 habitants en cinq ans, soit un accroissement annuel de 28 pour 1000. Or l'accroissement annuel de la France n'est guère que de 3,7 pour 1000 habitants. Par conséquent, le département de la Seine grandit, dans la France, beaucoup plus que l'ensemble de la France. Il se fait une migration considérable des habitants des campagnes vers la capitale. Ce fait, connu depuis longtemps, est donc démontré de nouveau par ce que nous connaissons déjà du recensement de 1881.

Dans un ou deux mois tout au plus, nous aurons le résultat du recensement général, et on pourra certainement en tirer des déductions intéressantes pour l'avenir de la France.

REVUE DE ZOOLOGIE

ET DE PALÉONTOLOGIE

M. Cope a étudié (1), au point de vue de la théorie de la descendance, la cause de la structure des pieds des ongulés

(1) *On the origin of the foot structures of the Ungulates; — On the effect of impacts and strains on the feet of Mammalia* (*The American Naturalist*, 1881, p. 269 et 542).

et de leur scission en deux séries parallèles qui constituent les ordres des *Artiodactyles* et des *Périssodactyles*. Suivant l'hypothèse proposée déjà par M. Ryder, il attribue la réduction dans le nombre des doigts, qui caractérise les ruminants et les chevaux modernes, à l'effet des chocs répétés subis par le membre, et aux efforts faits par l'animal pour courir en toute sécurité sur un sol plus ou moins accidenté. On sait qu'un choc, s'il n'est pas trop violent, est favorable au développement du membre dans la direction même où la force est appliquée, de sorte qu'il y a une relation directe entre la longueur des extrémités et la rapidité de la course, entre la longueur des dents et leur usage prolongé.

Les premiers ongulés éocènes, tous pentadactyles et plantigrades, forment l'ordre des *Amblypodes* dont le *Coryphodon* est le type ; on les considère comme les ancêtres communs des *Artiodactyles* et des *Périssodactyles* dont le pied s'est perfectionné en se simplifiant et en s'adaptant à la nature du sol. Les amblypodes vivaient, selon toute apparence, sur un terrain humide et marécageux ; leurs descendants ont trouvé, dans les grandes plaines de nos continents modernes, un sol plus sec et plus dur, d'où la nécessité de membres à la fois plus longs et plus resserrés, afin d'éviter les foulures et les entorses auxquelles expose une course rapide. Le pied du cheval réalise admirablement l'idéal de cette simplification morphologique, et la série paléontologique nous fournit toutes les transitions du type pentadactyle primitif au type du solipède actuel.

D'autre part, chez tout animal polydactyle marchant sur un terrain détrempé, on voit que l'effet mécanique du poids du corps est d'écarter les doigts également de chaque côté de la ligne médiane. Dans cet ordre d'idées, on doit supposer que les descendants du type pentadactyle, qu'une raison quelconque (par exemple, une prédilection marquée pour un régime *omnivore*), avait retenus dans les marais, sont devenus les ancêtres du type *Artiodactyle* tel qu'on l'observe encore chez les cochons qui ont quatre doigts à chaque pied. Peu à peu, le besoin de protéger les doigts latéraux contre les chocs a poussé l'animal à les replier derrière les doigts médians, et c'est ainsi que s'est constitué le pied fourchu des ruminants modernes.

A l'appui de sa thèse, M. Cope fait remarquer que chez plusieurs périssodactyles omnivores et à mœurs plus ou moins aquatiques, comme les tapirs, la formule digitale est encore de quatre en avant, tandis qu'elle est réduite à trois en arrière, ce qui s'explique par le rôle prépondérant des pattes de derrière dans la course et dans le saut. Par contre, chez un cerf monstrueux provenant de Mendocino County (Californie), il n'y a en apparence qu'un seul doigt développé à chaque pied ; un examen plus approfondi montre cependant que les pieds postérieurs sont réellement fourchus, bien que les phalanges soient soudées ; mais le membre antérieur est franchement périssodactyle, tous les doigts, sauf le troisième, étant restés rudimentaires. Le genre fossile *Eurytherium* de l'éocène de France présente la même particularité : il est artiodactyle par les pieds de derrière, périssodactyle par ceux de devant, et ces intermédiaires fréquents sont une preuve de la commune origine des deux séries aujourd'hui si distinctes.

L'auteur montre que la conformation anatomique du tarse et du carpe des ongulés est bien telle que sa théorie porte à l'admettre, et de nombreuses figures ostéologiques, intercalées dans le texte, servent à illustrer les différents types qu'il cite comme exemples. — On pourra comparer ce travail avec celui que M. Lavocat a publié en France sur le même sujet (1), mais sans aborder les considérations paléontologiques et phylogénétiques que discute ici M. Cope.

M. Lydekker, paléontologiste du *Geological Survey* de l'Inde, a résumé dans un intéressant mémoire (2) l'état de nos connaissances sur les vertébrés fossiles du sud de l'Asie. Tous les terrains anciens de l'Inde anglaise jusqu'au tertiaire supérieur sont d'une grande pénurie en fait d'ossements fossiles. Au contraire, les riches gisements des monts Siwaliks et de la vallée de l'Irawaddy, en Birmanie, nous ont révélé une faune très riche de mammifères dont les principaux types n'ont laissé de trace sur aucun autre point du globe. Cette faune, par ses caractères, se place sur la limite entre le miocène et le pliocène, et l'on a dû créer pour elle le nom de *mio-pliocène*, car elle n'a pas de représentant précis dans les nombreux gisements connus en Europe. Par la présence des genres *Dinotherium, Ictitherium, Hipparion* et de plusieurs grands ruminants voisins de l'*Helladotherium*, elle se rapproche des faunes de Baltavar, de Pikermi et du mont Léberon qui sont du miocène supérieur ; mais les genres *Anthracotherium, Hyopotamus, Chalicotherium, Listriodon, Amphicyon* sont de la faune miocène inférieure ou même éocène en Europe ; tandis que dans l'Inde ils se trouvent contemporains, aux monts Siwaliks, d'une faune nombreuse de ruminants au milieu desquels on est surpris de trouver des bœufs, que l'on ne rencontre dans aucun autre gisement connu avant l'époque pliocène proprement dite. Cette faune est riche en proboscidiens et en ruminants de grande taille voisins de la girafe et de l'*Helladotherium* (ce sont les genres *Hydaspitherium, Bramatherium, Sivatherium, Vishnutherium*), plus une véritable girafe. Outre des antilopes et des cerfs d'espèces variées, des moutons et des chèvres, on n'y compte pas moins de dix espèces de *Bovidæ* réparties en cinq genres. C'est donc à tort que M. Ph. Thomas, dans un travail sur ce groupe, analysé récemment à cette même place (3), avance que ce n'est « qu'à la fin de l'époque pliocène qu'apparurent, dans notre hémisphère, de vrais bœufs à cornes creuses » ; cette assertion n'est vraie que pour l'Europe et l'Amérique du Nord, car il n'est pas douteux qu'en Asie, ce type ait dû apparaître dès l'époque miocène, puisqu'aux monts Siwaliks il se montre déjà plus nombreux et plus varié que de nos jours.

(1) *Construction des extrémités des membres* (*Revue des sc. nat.*, 1880, t. II, p. 144. — *Revue des travaux scientifiques*, 1881, p. 680).

(2) *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, t. LXIX, 1880, n° 1, p. 8.

(3) *Revue scientifique*, 22 octobre 1881, p. 541.

Les oiseaux du même gisement ne sont pas moins intéressants : on y trouve côte à côte une autruche (*Struthio asiaticus*, A. M.-Edw.) à peine différente de l'autruche actuelle d'Afrique, et un casoar dont le type est aujourd'hui confiné à la Nouvelle-Hollande (*Dromœus sivalensis*), avec de grands échassiers voisins de ceux que l'on trouve encore actuellement dans l'Inde (*Megaloscelornis sivalensis, Argala Falconeri*).

L'époque pliocène est représentée dans le Deccan, près de Madras et à la Nerbudda, par une faune qui semble la continuation directe de la précédente. Les grands ruminants tels que la girafe avaient déjà disparu ou émigré, mais les mastodontes existent encore et surtout les hippopotames qui sont représentés par deux ou trois espèces, comme à l'époque des Siwaliks. L'homme enfin y a laissé ses traces sous forme d'ossements et de haches de pierre travaillée.

La faune de l'archipel du Japon est très intéressante en raison des rapports qu'elle présente à la fois avec celle de l'Europe et avec celle de l'Amérique du Nord. M. Gunther a décrit récemment une petite collection de mammifères (1), envoyée de ce pays au musée Britannique, et qui lui a permis de donner de nouveaux renseignements sur ce sujet. A côté de l'*Ursus arctos* ou ours brun d'Europe, on trouve au Japon une seconde espèce très distincte (*Ursus japonicus*), qui se rapproche à la fois de l'*Ursus ornatus* (2) asiatique, qui s'étend jusqu'à l'île de Formose, et de l'*Ursus americanus* de l'Amérique du Nord. Mais ce sont les insectivores qui font surtout l'intérêt de cette collection. Le Japon possède en propre deux espèces de taupes (*Talpa wogura* et *T. mizura*, celle-ci décrite ici pour la première fois), et de plus un type voisin, l'*Urotrichus talpoïdes*, que l'on a retrouvé depuis sur le versant occidental des montagnes Rocheuses, de l'autre côté du Pacifique.

Ces animaux étaient rares dans les collections, et l'on n'avait pas encore pu décider, par une comparaison directe, quel était le degré de parenté réel existant entre la forme américaine et celle du Japon. M. Günther a fait cette comparaison, et, après avoir noté les différences que présente leur dentition, il est d'avis qu'il y a lieu d'en faire deux espèces et même deux genres distincts; il désigne le type américain sous le nom de *Neürotrichus Gibbsii*. — Les deux espèces, du reste, se ressemblent tellement par leurs formes extérieures (ainsi qu'on en peut juger par les figures jointes à cette note), qu'on pourrait les considérer comme des races locales d'une seule et même espèce, si l'on ne tenait compte de la dentition; la modification de la formule dentaire est du reste de peu d'importance (surtout dans cette famille), et ne peut masquer la commune origine des deux espèces, séparées aujourd'hui par toute la largeur de l'océan Pacifique. C'est un nouvel exemple de modifications produites par les conditions variables de milieu, de nourriture, etc., ayant altéré les caractères ostéologiques sans amener de changement bien sensible dans les formes extérieures, contrairement à l'opinion généralement admise autrefois.

(1) *Notes on some Japanese Mammalia* (*Proceed. of Zool. Soc.* 1880, p. 440).

(2) Ce nom d'*ornatus* n'est évidemment qu'un lapsus de l'auteur pour *U. thibetanus* (ou *U. torquatus*); le véritable *Ursus ornatus* (F. Cuvier) est une espèce de l'Amérique du Sud.

Les travaux qui ont pour but la détermination exacte des espèces ne doivent pas être négligés, puisque c'est sur cette base que repose tout l'échafaudage de la science moderne. Signalons aujourd'hui deux mémoires qui indiquent un véritable progrès dans cette branche ardue et ingrate de la zoologie. Ils traitent précisément de deux groupes de la classe des mammiferes et de l'ordre des rongeurs, qui avaient plus que tout autre besoin d'une sérieuse revision.

M. Jentink, du musée de Leyde, a publié une *Monographie des écureuils africains* (1). Suivant un usage introduit par les Anglais, et dont on ne saurait trop chercher à répandre l'habitude parmi les naturalistes, — bien qu'il soit, en général, peu *à la portée* de nos compatriotes, — M. Jentink, avant d'écrire cette monographie, a voulu visiter tous les musées d'Europe où sont conservés des types d'écureuils africains, afin de pouvoir les examiner *de visu* et en traiter en toute connaissance de cause. C'est ce qui donne à ce travail une valeur critique considérable, qu'augmente encore le soin consciencieux que l'auteur apporte à tout ce qu'il écrit. — L'Afrique a été dotée de plus de cinquante espèces d'écureuils, chiffre qui semble bien, de prime abord, exagéré; M. Jentink a réduit ce nombre à dix-neuf espèces bien constatées, les autres n'étant fondées que sur des variétés légères ou des livrées du jeune âge. Toutes ces espèces sont propres à l'Afrique, et la plupart même sont spéciales à telle ou telle région de ce vaste continent. Ainsi neuf espèces sont propres à l'Afrique ouest; quatre à l'Afrique est; une au nord-ouest (*Sciurus getulus*); une au sud (*Xerus capensis*); enfin quatre espèces seulement sont communes à l'est et à l'ouest (*Sciurus annulatus, Sc. congicus, Xerus rutilus* et *X. erythropus*), sans que l'on sache encore si elles se retrouvent dans cette région centrale, encore inexplorée, que l'on appelle le Soudan.

Un groupe non moins difficile à étudier que celui des écureuils, c'est celui des rats (*Mus*), dont M. O. Thomas, *assistant* au *British Museum*, vient de nous donner une revision des espèces indiennes (2). Cette région de l'Asie est très probablement la patrie d'origine de la plupart de nos espèces dites domestiques, c'est donc là un sujet qui nous intéresse à plus d'un titre. — Le major Hodgson, MM. Horsfield, Blyth, et plus récemment MM. Jerdon, Anderson et Blanford se sont occupés des rats indiens, et le travail de M. Thomas est basé sur les mêmes matériaux qui ont servi aux descriptions originales de ces divers naturalistes, descriptions généralement très courtes et qui sont devenues absolument insuffisantes dans l'état actuel de la science. La comparaison des types de ces auteurs

(1) *A Monography of the African Squirrels* (*Notes from the Leyden Museum*, vol. IV).

(2) *Proceedings of the Zoological Society*, 1881, p. 521.

présentait donc un grand intérêt; après avoir examiné plus de quatre cent cinquante spécimens de cette provenance, M. Thomas a pu réduire les quatre-vingt-dix espèces dénommées par les auteurs à dix-neuf types spécifiques, dont plusieurs même ne sont probablement que des variétés ou races locales d'espèces voisines. L'auteur les range dans les sous-genres *Nesokia, Mus, Leggada* et *Vandeleuria.* — On peut juger de la difficulté que présente l'étude de ces petits rongeurs par ce fait que le genre *Nesokia,* placé récemment par Alston dans une autre sous-famille (*Phlæomynæ*), est considéré ici comme un simple sous-genre du genre *Mus.* La vérité est que tous ces types de *Muridæ* sont si voisins que l'on passe de l'un à l'autre par des transitions insensibles. — L'auteur décrit et figure une espèce nouvelle de véritable rat (*Mus Blanfordi*), et montre que l'on peut tirer un grand parti, pour la détermination des espèces, de la forme et des dimensions relatives des orteils et des ongles, ainsi que de la disposition des callosités de la plante du pied. Toutes nos espèces européennes se retrouvent dans l'Inde ; en outre, le *Mus urbanus* n'est probablement qu'une variété rousse de la souris (*M. musculus*) et le *Mus arianus* (Blanford), une race locale de notre mulot (*M. sylvaticus*). Enfin M. Thomas penche à considérer le *Mus alexandrinus* comme spécifiquement identique au *Mus rattus,* ce qui n'est pas encore généralement l'avis des naturalistes anglais et américains. On sait que cette identité est admise en France depuis les belles recherches faites par M. A. de l'Isle sur ces deux races aujourd'hui répandues en Europe.

M. P.-L. Sclater a proposé une nouvelle classification des oiseaux (1) dans laquelle il s'est efforcé de tenir compte des travaux les plus récents sur l'organisation de ces vertébrés et d'indiquer les affinités réelles des différents groupes entre eux. Il place au sommet de l'échelle les passereaux chanteurs (*Oscines*) comme étant les plus parfaits des oiseaux, et relègue les perroquets et les rapaces à la suite des zygodactyles, qui terminent son ordre des *Picariæ,* renouvelé de Linné. Il n'admet pas moins de *vingt-six ordres* qu'il range dans l'ordre suivant :

Sous-classe 1. Carinatæ. Passeres, Picariæ, Psittaci, Striges, Accipitres, Steganopodes, Herodiones, Odontoglossæ (*Flamands*), Palamedeæ, Anseres, Columbæ, Pterocletes, Gallinæ, Opisthocomi, Hemipodii, Fulicariæ, Alectorides, Limicolæ, Gaviæ, Tubinares, Pygopodes, Impennes, Crypturi (*Tinamous*).

Sous-classe 2. Ratitæ. Apteryges, Casuarii, Struthiones.

Ce chiffre de 26 ordres pourra paraître exorbitant, et l'on peut regretter le nom donné par l'auteur à ces groupes qui n'ont en réalité que la valeur de *familles naturelles.* La classification de Temminck, où les ordres étaient aussi nombreux et avaient à peu près la même valeur, n'a eu qu'une vogue éphémère ; elle est aujourd'hui complètement tombée dans l'oubli. D'ailleurs la classification de M. Sclater n'est qu'un remaniement de celle de Sundevall, qui date de 1872, et qui n'admet que 7 ordres dans la classe des oiseaux. C'est à ce dernier qu'appartient l'idée de placer les *Oscines* en tête de leur classe. Cette opinion est tout aussi rationnelle que beaucoup d'autres ; c'est ainsi que M. Boucard (1) considère les *Trochilidæ,* ou oiseaux-mouches, comme les plus parfaits, les plus *aériens* de tous les oiseaux, et comme devant constituer un ordre à part qu'il place à la suite des autres. — Nous renverrons les naturalistes que ce sujet peut intéresser au *Discours sur la classification des oiseaux depuis Linné,* lu par M. de Sélys-Longchamps à la séance publique de la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique en 1879 (2); ils y trouveront une intéressante analyse du système de Sundevall, qui est peu connu en France, bien qu'il ait été adopté par les naturalistes anglais, notamment par M. Sharpe dans son *Catalogue of Birds in British Museum,* ouvrage qui est aujourd'hui entre les mains de tous les ornithologistes.

M. R. Owen avait décrit, en 1878, l'humérus d'un grand oiseau fossile découvert dans l'argile éocène de Sheppey, près de Londres, et qu'il avait désigné sous le nom d'*Argillornis longipennis,* le rapprochant des albatros (*Diomedea*), et le rapportant à la famille des *Procellariidæ.* — La récente découverte d'un fragment de crâne provenant du même gisement, et appartenant selon toute apparence à la même espèce, a permis au savant paléontologiste anglais (3) d'affirmer que l'*Argillornis* avait un bec garni de dents et se rapprochait sous ce rapport des *Odontornithes* de M. Marsh, bien que présentant, sous d'autres rapports, plusieurs particularités qui lui sont propres. C'est, après l'*Odontopteryx* du même gisement (dont les dents ne semblent être que des dentelures du bec), et l'*Archæopteryx* de Solenhofen (qui est d'une époque beaucoup plus ancienne), le troisième exemple que nous connaissions, en Europe, de ces oiseaux à dents que M. Marsh a pu étudier plus complètement dans l'Amérique du Nord où ils ont laissé de nombreux débris. L'*Argillornis* paraît se rapporter à l'ordre des Odontotormæ de M. Marsh, et devait être voisin des genres *Ichthyornis* et *Apatornis* dont on a donné les caractères, d'après cet auteur, dans une précédente *Revue de paléontologie* (4).

On trouve dans le *Bulletin of the Museum of comparative zoology* (5) plusieurs intéressants mémoires sur les animaux marins dragués dans la mer des Antilles et sur la côte atlantique des États-Unis, en 1878-1879, par le steamer *Blake* monté par M. Alex. Agassiz et les naturalistes placés sous sa direction.

Les crustacés récoltés par cette expédition sont décrits (en français) par M. Alph. Milne-Edwards, dont chacun connaît la compétence en cette matière ; les acalèphes par M. Walter Fewkes, et les céphalopodes par M. A.-E. Verril (6).

(1) *Remarks on the present state of the Systema Avium* (*Ibis,* 1880, p. 340, 399).

(1) *Catalogus Avium hucusque descriptorum* (Londres, 1876).
(2) *Bulletins de l'Acad. royale de Belgique,* t. XLVIII, n° 12 (1879).
(3) *Journal of the Geological Society,* t. XXXVI, p. 23, pl. II.
(4) *Revue scientifique,* 30 juillet 1881, p. 153.
(5) Vol. VIII, 1881.
(6) *Loc. cit.,* p. 99.

M. Verril s'est consacré d'une façon spéciale à l'étude de ces curieux mollusques que leur organisation élevée place en tête de leur embranchement et que certaines particularités de leur structure interne et de leur développement rapprochent même des vertébrés. — Les grands Céphalopodes, les *pieuvres* gigantesques, ne sont plus un objet de doute pour les naturalistes, bien que leurs dépouilles, non moins difficiles à capturer qu'à conserver, soient encore rares dans les musées. M. Verril, dans un précédent mémoire (1), a signalé la présence bien constatée, dans ces derniers temps, de vingt-deux individus de grande taille sur la côte nord-est de l'Amérique. Ils appartenaient, pour la plupart, aux *Architeuthis harveyi* et *princeps*, que l'auteur a décrits et figurés *scientifiquement* pour la première fois; le corps de ce dernier n'avait pas moins de *vingt pieds* de long, non compris les bras.

Le nouveau mémoire de M. Verril a trait à des espèces de plus petite taille et dont quelques-unes n'ont que trois ou quatre centimètres de long : tel est l'*Heteroteuthis tenera*, que l'auteur décrit comme une *délicate espèce*, qui pourrait passer pour *jolie*, en raison de ses élégantes couleurs, si une telle expression était applicable à un animal de cette étrange famille. Celle-ci est d'un blanc transparent et nacré, tigré pendant la vie de nombreuses taches roses, dues à la présence des *chromatophores* ou cellules pigmentaires contractiles qui occupent la couche profonde du derme chez tous les céphalopodes. — Une autre espèce de plus grande taille et de couleur orange, qui vit à une profondeur de 600 à 1600 brasses, le *Mastigoteuthis Agassizii*, présente des caractères assez particuliers pour que l'auteur le considère comme le type d'une famille nouvelle de décapodes (*Mastigoteuthidæ*). La forme allongée de son corps, terminé par une large nageoire quadrangulaire, fait penser aux *Bélemnites*, mais la coquille interne est réduite comme chez les autres céphalopodes nus actuellement vivants à une simple lamelle vitreuse en forme de plume. De belles planches représentant les espèces nouvelles et les principaux détails de leur organisation illustrent ce mémoire.

Le même volume (2) contient un important mémoire de M. W. Fewkes sur les méduses de la baie de Narragansett, que l'auteur a pu suivre dans leurs nombreuses métamorphoses, et dont les différents âges sont décrits avec soin. Toutes les espèces sont admirablement figurées sur les dix planches qui accompagnent ce mémoire, ainsi que l'*Agalma elegans*, magnifique Siphonophore de l'Atlantique qui constitue à l'état adulte une longue colonie, en forme de guirlande vivement colorée, et du plus singulier aspect. L'auteur nous donne des renseignements nouveaux sur les phases larvaires de ce curieux acalèphe. Le jeune passe d'abord par la forme d'*Athorybie* (ou de méduse), puis par celle de *Physophore*, et ce n'est que peu à peu, et par bourgeonnement successif, qu'il acquiert cette organisation compliquée, où la division du travail est répartie entre les divers individus constituant la colonie telle qu'on la connaît chez les *Agalma* arrivées à l'âge adulte. Dans le cours de ses métamorphoses cet animal présente donc successivement les caractères de trois familles distinctes (*Athorybidæ, Physophoridæ* et *Agalmidæ*), ce qui forcera sans doute, par la suite, à les réunir en une seule.

(1) *Transactions of the Connecticut Acad.*, 5, p. 210, 223, pl. XVII à XXI; *American Journal of science*, 19, p. 287, pl. XII et XIII.

(2) *Bull. Mus. Comp. Zool.*, *loc. cit.*, p. 141.

La question de l'homologie des organes de sécrétion et d'excrétion des invertébrés avec ceux des vertébrés est une de celles qui partagent encore le plus les naturalistes. On sait que deux naturalistes belges, MM. Frédéricq et Plateau, soutiennent que les vertébrés seuls ont un foie, et que la glande désignée sous ce nom chez les crustacés et les insectes n'a aucun des caractères d'un organe hépatique et se rapproche plutôt du pancréas par sa nature et son rôle dans la digestion.

M. Weber (1) a examiné au point de vue histologique et chimique ce prétendu foie des crustacés. Ses observations ont porté sur des espèces terrestres, d'eau douce, souterraines, littorales ou marines de différents ordres, par exemple : *Typhloniscus steini* (espèce aveugle), *Asellus aquaticus, A. cavaticus* (espèce souterraine), *Gammarus pulex* et autres du même genre, *Talitrus, Orchestia* et sur l'*Astacus fluviatilis*. Il en conclut que chez les décapodes, amphipodes et isopodes, la glande est tubuleuse et contient au moins deux sortes de cellules; les unes sécrètent un fluide qui agit comme un ferment sur les substances albuminoïdes; les autres contiennent un pigment combiné à une matière grasse et à de la cholestérine, et servent à l'émulsion des graisses. Il appelle les premières *cellules à ferments*, les autres *cellules hépatiques*, et l'organe lui-même *hépato-pancréas*, comme réunissant les fonctions du foie et des véritables glandes digestives des vertébrés. Pendant la période embryonnaire, le foie est développé et actif chez les crustacés comme chez les vertébrés, ce qui démontre les fonctions non seulement digestives, mais encore d'excrétion de cet organe. Dans quelques amphipodes et décapodes il y a une troisième sorte de cellules que l'auteur considère comme des cellules de réserve, destinées à suppléer au besoin celles dont nous venons de parler.

C'est pour résoudre cette même question que M. C.-Fr. Krukenberg a examiné au spectroscope le pigment du foie chez divers crustacés décapodes et chez plusieurs mollusques (2). On trouve de la taurine (c'est-à-dire un des éléments de la bile) et de petites quantités d'urée dans le foie des mollusques; la graisse y est généralement abondante, et la moule (*Mytilus edulis*) fait exception sous ce rapport. — La plupart des mollusques, y compris le genre *Chiton*, sécrètent un liquide hépatique dépourvu du ferment digestif, *tryptical enzyme*, que l'on trouve chez les vers. Celui des *Tethys*, qui ont un foie volumineux, est également

(1) *Archiv. mikrosc. Anat.*, t. XVII, p. 385 et pl. XXXVI-XXXVIII; — *Journal Microsc. Soc.*, 3, p. 424 (extrait).

(2) *Vergleich. physiol. Stud.*, 3, p. 182, 188.

dépourvu des propriétés qui caractérisent les liquides peptiques (1).

Dans le foie des *Arion, Helix* et *Limax*, c'est-à-dire des mollusques pulmonés, on trouve, d'après M. Barfurth (2), trois espèces de cellules : des cellules à ferment, des cellules hépatiques et d'autres qui sont remplies de granules incolores de carbonate de chaux. Cette troisième sorte de cellules manque dans les mollusques d'eau douce : *Limnæa stagnatilis, Planorbis corneus*, et est très rare dans *Succinea amphibia*. L'auteur conclut de ses recherches, comme M. Weber des siennes sur les crustacés, que le foie des mollusques terrestres réunit les deux fonctions du foie et du pancréas des vertébrés.

On voit par ces quelques exemples, empruntés à des sources diverses, que cette question n'est encore qu'imparfaitement résolue, et qu'il existe tout au moins de grandes différences, sous ce rapport, dans la composition histologique des glandes digestives, entre des animaux appartenant au même embranchement, à la même classe, au même ordre, probablement suivant les mœurs, l'habitat et surtout le genre de nourriture.

La même difficulté se présente au sujet des organes appelés *glandes antennaires* chez les crustacés, et que l'on a considérés comme des reins, bien que leur orifice soit situé près de la bouche, à la base des antennes.

M. C. Grobben a étudié de nouveau ces glandes antennaires (3). Sous leur forme la plus simple, que l'on rencontre dans les larves d'*Estheria* et de *Branchipus*, elles consistent en un saccule terminal avec un canal d'excrétion contourné et replié ; chez les nauplius des genres *Cetochilus* et *Cyclops* elles ont la même disposition. Dans *Gammarus marinus*, le saccule terminal est réniforme. Dans *Palæmon*, il est aussi réniforme et pourvu d'un gros vaisseau sanguin ; l'organe est formé d'un grand nombre de culs-de-sac réunis par un épais tissu connectif, renfermant des lacunes pleines de sang ; le canal excréteur a de nombreux replis. Dans l'écrevisse (*Astacus fluviatilis*), il forme de chaque côté une masse compacte s'étalant dans le thorax et connue sous le nom de *glande verte* ; le saccule est arrondi, d'un vert jaunâtre ; le canal est délicat, muni de diverticules et très étendu dans chaque glande. L'auteur ne doute pas que cet organe n'ait les fonctions d'un rein ; il compare même les saccules aux glomérules de Malpighi et le canal aux tubes contournés du rein de l'homme, et il fait observer que, chez les vers comme chez les mollusques, les canaux urinaires sont formés d'un petit nombre de cellules.

Contrairement à l'opinion précédente, M. C.-S. Bate doute fort que les glandes vertes remplissent les fonctions d'un rein (4). Cependant, si l'on y trouve de la guanine, comme l'affirme M. Plateau, il est difficile de nier la nature excrémentitielle du contenu de cet organe, qui représente probablement un *organe segmentaire* plus ou moins modifié.

(1) *Loc. cit.*, 1, p. 30, 41, 58.
(2) *Zool. Anzeiger*, 3, p. 499.
(3) *Journ. Microsc. Soc.*, 3, p. 785 (extrait).
(4) *Report Brit. Assoc.*, 1880, p. 238.

De son côté, M. Krukenberg a recherché la présence de l'acide urique dans les organes et dans les excrétions de plusieurs crustacés. Il a trouvé de la tyrosine, mais non de la leucine dans les muscles du homard (1).

M. F. Balfour s'est occupé du développement des arachnides (2), qu'il a suivi avec soin dans l'œuf de l'*Agelena labyrinthica*. Il en conclut que les affinités de cette classe sont plutôt avec les insectes (*Tracheata*) qu'avec les crustacés (*Branchiata*), et que les chelicères sont de véritables mandibules, développées sur les segments post-buccaux, comme celles des insectes, et nullement les homologues des antennes de ces derniers animaux. Les appendices des arachnides sont par conséquent dans une condition beaucoup plus primitive que ceux des insectes, et les ancêtres communs de ces deux classes ont dû se séparer de la souche commune des trachéates à une époque où la seconde paire de mandibules (représentée par les pattes antérieures des arachnides) était encore un organe de locomotion.

Dans son *Traité d'embryologie comparée* (3), le même auteur reproduit les mêmes considérations et décrit le développement embryonnaire des différents ordres en prenant pour types les genres *Pholcus, Epeira, Lycosa, Clubiona, Tegeneria* et *Agelena*. Dans tous ces types, les diverses couches du blastoderme donnent naissance aux organes suivant le même processus que l'on a décrit depuis longtemps chez les scorpions. Ceux-ci et les araignées se ressemblent bien plus, dans leurs formes embryonnaires, que les scorpions ne ressemblent aux Chelifers, ce qui tient probablement à ce que ces derniers sortent de l'œuf sous une forme très rudimentaire. Les *Acariens* ont des formes larvaires beaucoup plus modifiées, mais il est difficile de donner la signification de la phase de larve hexapode par laquelle ils passent généralement. — L'ordre suivant lequel se fait l'apparition des appendices et des segments varie beaucoup dans les différents groupes, ce qui prouve que c'est là simplement un objet de convenance embryonnaire, sans véritable signification morphologique. D'ailleurs la formation des feuillets du blastoderme et des enveloppes de l'embryon présente une remarquable uniformité dans tout le groupe des trachéates.

M. H. Goss (4) vient de terminer une suite d'études commencées en 1878 sur les insectes fossiles (4), et dans lesquelles il résume, en suivant l'ordre stratigraphique des terrains, les travaux de MM. Scudder, Oswald Heer, Giebel, Germar, Goldenberg, Oustalet et de beaucoup d'autres sur ce sujet. Outre les nombreuses indications bibliographiques qu'il ren-

(1) *Vergl. phys. Stud.*, *loc. cit.*, p. 20, 28, 35.
(2) *Quarterl. Journ. of Microsc. Science*, t. XX, p. 167 ; — *Studies from the Morphol. Laborat. of Cambridge*, 1880, p. 83, pl. VIII à X.
(3) *Comparative Embryology* (Londres, 1880), t. I, p. 357 et suivantes.
(4) *Introductory Papers on fossil Entomology* (*The Entomologist's Monthly Magazine*, 1878-1880, t. XV et XVI, *passim*).

ferme, ce travail est surtout intéressant parce que l'auteur cite, à propos de chaque époque, les plantes et les animaux avec lesquels les insectes dont il s'occupe ont été en rapport dans la lutte pour l'existence.

Après les crustacés, les insectes hexapodes sont les plus anciens articulés que l'on connaisse ; on trouve des débris d'ailes bien reconnaissables dans le dévonien de l'Amérique du Nord et dans le terrain carbonifère en Europe, tandis que les myriapodes apparaissent seulement dans le trias et les arachnides à l'époque jurassique.

Les deux plus anciens insectes connus ont été trouvés dans les couches dévoniennes à empreintes de fougères du Nouveau-Brunswick, et décrits par M. Scudder. L'un est un névroptère (ou plutôt, d'après les classifications modernes, un *Pseudo-névroptère ou Orthoptère amphibiotique*), que l'on a nommé *Gerephemera simplex* et qui devait avoir les mœurs de nos éphémères actuels. L'autre (*Xenoneura antiquorum*) se rapproche davantage des orthoptères proprement dits et présente, d'après M. Scudder, à la base de l'aile, des traces incontestables d'un appareil de stridulation analogue à celui du grillon. — Ces orthoptères ou pseudo-névroptères se montrent seuls jusqu'à l'époque carbonifère où les premiers hémiptères et coléoptères font leur apparition. Mais les insectes les plus communs des époques paléozoïque et mésozoïque étaient des blattes (*Blattidæ*), que l'on trouve en telle abondance sur les deux continents, que M. Scudder a pu récemment leur consacrer une monographie spéciale (1).

Les restes d'insectes, rares dans les terrains primaires, deviennent plus fréquents à l'époque jurassique ; certaines couches calcaires du lias d'Angleterre (étage rhétien) en ont pris le nom d'*insect limestone*. Les coléoptères y sont nombreux, ce qui tient sans doute à la facilité avec laquelle se conservent les élytres coriaces des animaux de ce groupe. A Solenhofen et à Purbeck, on trouve en même temps des hyménoptères et des diptères. Mais ce sont les terrains crétacés et tertiaires qui ont fourni le plus grand nombre des échantillons étudiés par les paléontologistes. Le développement des végétaux angiospermes à cette époque eut pour conséquence celui des insectes de tous les ordres. Les lépidoptères sont les derniers à faire leur apparition ; ils sont rares partout, et l'on n'en connaît guère qu'une dizaine de types authentiques.

Parmi les gisements les plus célèbres par leur richesse en débris d'insectes, on peut citer Solenhofen, Aix en Provence, Œningen en Suisse, Radoboj en Hongrie, Monte-Bolca en Italie et d'autres encore. Il est possible que la nature du dépôt ait eu quelque influence sur le plus ou moins de fréquence de certains types : ainsi les coléoptères prédominent à Œningen, les hyménoptères à Radoboj et les diptères dans le miocène d'Auvergne. — Dans les terrains quaternaires on trouve des élytres qui ont encore en grande partie leur éclat métallique ; l'une d'elles montre des reflets bleuâtres et indique la présence en Angleterre d'une grande espèce de *Curculionides* telle qu'on n'en trouve plus que sous les tropiques, ce qui permet de supposer le climat d'alors plus chaud qu'il n'est aujourd'hui sous la même latitude. Sur le continent, au contraire, la plupart des espèces sont identiques à celles qui vivent encore en Europe.

Les insectes fossiles ne présentent guère de ces formes étranges ou gigantesques qui nous étonnent dans d'autres classes, surtout parmi les vertébrés. On cite pour leur grande taille les névroptères de cinq pouces d'envergure qui représentaient nos éphémères actuels, l'*Hemerobioïdes giganteus* de Stonesfield, les grandes fourmis (*Myrmica*) de Purbeck, l'*Æschna Hageni* de Schambelen en Suisse et d'autres libellulides de sept ou huit pouces d'envergure et de quatre pouces de long que l'on trouve à Solenhofen ; mais les grands coléoptères actuels des pays chauds ont des dimensions supérieures et présentent des formes bien plus singulières. — Dans le lias on trouve déjà, comme le fait remarquer M. Goss, des carabes, des téléphores, des taupins, des charançons, des chrysomèles, des blattes, des grillons et d'autres insectes appartenant tous à des familles qui vivent encore actuellement, tandis que les reptiles de cette époque sont des ptérodactyles, des ichtyosaures, des dinosaures, qui constituent des familles et même des ordres aujourd'hui complètement éteints. — Les premiers insectes dévoniens eux-mêmes, malgré leurs affinités ambiguës qui les font désigner par M. Scudder sous le nom de « types synthétiques », et bien que le docteur Goldenberg en ait voulu faire un ordre à part (*Palæodictyoptera* ou *Dictyoptera* de Dohrn), intermédiaire aux orthoptères, aux névroptères et aux hémiptères, peuvent tous rentrer dans l'ordre des orthoptères tel qu'il est caractérisé par les modernes, en y comprenant, par conséquent, les pseudo-névroptères et les thysanoures, c'est-à-dire les types les plus inférieurs de la classe des insectes.

M. Goss ne croit pas que l'histoire des hexapodes fossiles apporte aucun fait nouveau à l'appui de la doctrine transformiste, et il ne cite que pour mémoire l'opinion de MM. Hæckel et Fritz Müller, qui supposent que les crustacés primitifs de la plus ancienne faune silurienne (les *Zoea* ou *Zoëpoda*) ont été les ancêtres communs des insectes, des myriapodes, des arachnides et des crustacés modernes. La présence de véritables orthoptères dans les roches dévoniennes lui semble une preuve de l'immutabilité relative de la classe tout entière. On peut lui objecter qu'il ne tient pas assez compte ici du rôle que jouent les métamorphoses dans la vie des insectes, ainsi que des cas d'accélération ou de retard dans l'évolution embryonnaire qui peuvent se produire sous l'influence des conditions de température et de milieu. Il est bien remarquable que les plus anciens insectes connus appartiennent précisément à ce groupe si intéressant des *Ephemeridæ*, dont la vie est presque exclusivement aquatique, qui passent jusqu'à trois ans sous forme de larve ou de nymphe munies de branchies et ne se montrent que quelques heures sous celle d'insecte ailé et sexué. Certaines de ces larves ont si bien conservé l'apparence de crustacés que, jusque dans ces derniers temps, on les avait rangées dans cette classe ; il suffit de citer le

(1) *Memoirs of Boston Society Nat. History*, 1879, t. III, 1re partie, n° 3.

curieux *Prosopistoma* dont le docteur E. Joly a débrouillé les véritables affinités et dont M. Vayssière vient de découvrir la forme ailée, restée jusque-là problématique pour tous les naturalistes qui s'étaient occupés de cette question.

M. Scudder s'est occupé également des insectes fossiles au point de vue de l'origine des types actuels (1). Il pense que les hexapodes, les arachnides et les myriapodes ont dû exister simultanément dès l'époque carbonifère. Il divise les hexapodes en deux groupes : le groupe le plus élevé, qu'il appelle *Metabola*, comprend les hyménoptères, les lépidoptères et les diptères ; le groupe inférieur (*Heterometabola*) se compose des coléoptères, hémiptères, orthoptères et névroptères. Tous les insectes dévoniens et carbonifères étaient des *Heterometabola* et plusieurs types synthétiques combinant les caractères de plusieurs ordres ont existé pendant la période paléozoïque ; les deux sous-ordres les plus inférieurs (les orthoptères et les névroptères) étaient beaucoup plus abondants que les autres : c'étaient des *Blattidæ* et des pseudo-névroptères d'un type inférieur, tandis que les véritables névroptères étaient beaucoup plus rares. Les ailes de ces insectes présentent une structure dont le type général s'est conservé sans altération depuis les plus anciens jusqu'à nos jours, mais les deux paires étaient semblables (à trois exceptions près), et les nervures se ressemblent beaucoup plus, dans des types évidemment bien distincts, que cela n'a lieu de nos jours. — Les *Metabola* ne se montrent pas avant l'époque jurassique. L'auteur pense que des insectes ailés, d'une structure encore plus simple que ceux que l'on connaît actuellement, pourront être découverts par la suite dans les formations dévoniennes et même siluriennes. Les premiers insectes étaient assez généralement de grande taille, et il y a une grande ressemblance entre la faune entomologique de l'Europe et celle de l'Amérique du Nord à l'époque carbonifère. — Dans un mémoire plus récent (2), l'auteur forme plusieurs groupes et familles distinctes pour les insectes dévoniens du Nouveau-Brunswick et affirme de nouveau les relations de ces types primitifs avec les *Ephemeridæ* de l'époque actuelle.

M. P. Mayer (3) a essayé d'habituer à l'eau de mer un petit crustacé d'eau douce voisin des palémons, le *Palæmonites varians* de Leach. En le plaçant d'abord pendant quelque temps dans de l'eau à demi salée, l'expérience a réussi en partie, et plusieurs individus de cette espèce ont vécu jusqu'à trois mois dans l'eau de mer; mais leurs œufs n'ont jamais pu arriver à maturité. — Le développement de cette espèce d'eau douce est décrit par l'auteur comme étant essentiellement une abréviation de celui des palémons marins.

M. J.-E.-V. Boas décrit également et figure les métamorphoses de cette espèce, ainsi que celles des *Pandalus*, *Hippolyte*, *Alpheus*, *Caridina* et *Pasiphæ* (1).

M. Hartog (2) a observé la respiration anale chez les crustacés copépodes des genres *Cyclops*, *Canthocamptus* et *Diaptomus*, ainsi que chez les zoés des crabes (*Cancer*) et des crevettes. A des intervalles réguliers, chez les cyclopes, par exemple, après le mouvement en arrière de l'intestin, on voit les valves anales s'ouvrir pendant un instant assez court, puis se refermer, ce qui permet tout juste l'entrée et la sortie d'une certaine quantité d'eau; la respiration anale supplée donc, en partie, à la respiration branchiale qui fait défaut, comme on sait, chez ces petits crustacés. L'auteur, du reste, a trouvé la respiration anale chez les phyllopodes, les cladocères et même chez l'écrevisse parmi les crustacés; on la trouve également chez les rotifères et quelques autres vers, chez les holothuries, chez beaucoup de larves aquatiques d'insectes, chez le dentale parmi les mollusques. C'est donc là un type de respiration essentiellement primitif, mais qui peut être considéré comme un intermédiaire entre la respiration simplement cutanée et la respiration branchiale.

M. F. Muller (3) a étudié le développement de plusieurs crustacés macroures d'eau douce, qui vivent dans les parties navigables de l'Itajahy, rivière du Brésil méridional, et qui présentent cette particularité remarquable que le jeune sort de l'œuf sous forme de *Zoé*, exactement comme chez les macroures marins; ce sont *Leander potitinga* et des espèces indéterminées de *Palæmon* et d'*Atya*. Au contraire, chez les espèces de la même famille qui vivent dans de petits ruisseaux, comme *Trichodactylus*, *Æglea* et *Palæmon potiuna*, le développement est abrégé, et le jeune naît dans un état beaucoup plus avancé. Chez ce dernier palémon, les œufs sont bien moins nombreux : vingt seulement au lieu de douze cents que l'on trouve dans l'espèce de la rivière. Le jeune, à sa naissance, a 5 millimètres de long; il mue trois fois en quatre jours et ne prend aucune nourriture avant d'avoir revêtu les formes de l'adulte; dès qu'il a 25 millimètres de longueur totale, il est en état de se reproduire.

Le même naturaliste a découvert, dans cette localité du sud du Brésil, un petit crustacé qu'il rapporte à l'ordre des Ostracodes et à la famille des *Cytheridæ*, et qui présente cette singularité de vivre à la cime des arbres (4). C'est un petit entomostracé de 1 millimètre et demi de long, couvert d'un bouclier en forme de grain de café et qui rappelle un peu le genre silurien *Elpe* de Barrande, d'où le nom que lui a donné M. Müller (*Elpidium bromeliarum*). Il n'est pas rare, à Itajahy, entre les feuilles des ananas (*Bromelia*). — Tous les ostracodes connus jusqu'à ce jour étaient des animaux exclusivement marins.

(1) *The Early Types of Insects, or the Origin and Sequence of Insect Life in Palæozoïc Times* (*Mem. Boston Soc.*, t. III, 1re partie, p. 13).

(2) *The Devonian Insects of New Brunswick* (*Anniversary Mem. Boston Society*, 1880, p. 1, avec une planche).

(3) *Mittheil. Zool. Station Neap.*, t. II, p. 196, pl. X.

(1) *Dan. Selsk. Skr.*, 1880, t. I, 2e partie, p. 50, 171, avec planches.

(2) *Quarterl. Journ. Micr. Science*, t. XX, p. 244, 485; — *Journ. Micr. Soc.*, t. III, p. 632, 944.

(3) *Zool. Anzeig.*, t. III, p. 152, 233.

(4) *Kosmos*, t. VII, p. 386; — *Nature*, t. XII, p. 55.

On peut se demander si ce petit crustacé ne serait pas plutôt une larve d'*Ephemeridæ* plus ou moins analogue au *Prosopistoma,* auquel nous avons déjà fait allusion précédemment, et dont l'*Elpidium* se rapproche par la forme de son bouclier et le nombre de ses pattes (trois paires). Cette supposition est d'autant plus permise que l'auteur a découvert, dans le même pays, des larves, incontestablement de névroptères, qui vivent également sur les arbres de la famille des Bromeliacées.

On sait que chez les insectes du groupe des phryganes (*Trichoptera*) les larves aquatiques se construisent une sorte de coquille, en forme de tube ou de *fourreau,* à l'aide de débris de diverse nature qu'elles agglutinent ensemble au moyen d'une sécrétion spéciale. Une forme très intéressante de ce groupe est décrite par M. Müller comme vivant dans l'eau qui s'amasse à l'aisselle des feuilles épaisses des Bromeliacées. C'est le genre *Phylloïcus,* appartenant à la famille des *Leptoceridæ,* et dont il distingue trois espèces (*major, intermedius* et *bromeliarum*). Cette forme est décrite, avec beaucoup d'autres appartenant aux familles modernes des *Sericostomatidæ, Hydropsychidæ, Rhyacophilidæ* et *Hydroptilidæ,* dans un mémoire, accompagné de nombreuses figures, publié par les *Archives du musée national de Rio de Janeiro* (1).

Signalons en terminant l'excellent traité de *Zoologie élémentaire* (2) publié récemment en Belgique par un savant dont nous avons déjà prononcé le nom, M. F. Plateau, professeur à l'Université de Gand. C'est un traité à la fois de zoologie et de zootomie destiné aux étudiants qui abordent pour la première fois cette branche de recherches. Le plan de l'auteur est simple et pratique : prenant dans chaque embranchement un animal que l'on peut se procurer partout facilement et en nombre (grenouille, écrevisse, limace, lombric, etc.), il décrit en détail l'anatomie de ce type, en indiquant les meilleurs procédés de dissection; puis, passant du connu à l'inconnu, il mentionne les principales ressemblances ou différences qui caractérisent les autres types appartenant au même embranchement. Des tableaux synoptiques placés à la fin de chaque chapitre résument les caractères des classes et des ordres. Les vers, les échinodermes, les acalèphes et les protozoaires, si généralement négligés dans les livres élémentaires, sont traités ici avec autant de soin que les vertébrés. Les questions à l'ordre du jour d'embryologie et d'embryogénie sont abordées avec toute l'habileté d'un professeur consommé qui connait la mesure exacte de ce que l'on peut dire à des commençants avec la certitude d'être compris. En un mot, l'auteur a su mettre son livre au niveau de la science tout en restant réellement élémentaire; citons, sous ce rapport, les chapitres relatifs à la théorie de la vertèbre-type, à l'histoire des *Dicyémides,* etc. L'ouvrage est imprimé avec un soin qui fait le plus grand honneur à l'éditeur de cette jolie collection, M. Hector Manceaux, et illustré de figures originales d'une grande clarté, ce qui n'est pas un mince mérite dans un ouvrage de cette nature. Enfin, il est écrit en français, et maintenant que la zoologie est enseignée dans nos lycées, il nous a paru utile de signaler ce petit volume, car nous ne possédions encore aucun livre analogue écrit dans notre langue.

(1) *Archivos de Museu do Rio-Janeiro,* t. III, p. 99, 209, pl. VIII-XI; — *Zeitschr. Wiss. Zool.,* t. XXXV, p. 65, 82, pl. IV-V.

(2) Un volume grand in-12 de la *Bibliothèque belge* (Mons, 1880).

CORRESPONDANCE

La méthode des moyennes en anthropologie (1).

Notre récent travail sur l'état actuel de l'anthropologie en France parait avoir fortement ému les crâniologistes, et depuis trois semaines les échos de leur laboratoire retentissaient un peu bruyamment des conseils donnés au jeune préparateur chargé d'être le porte-voix des défenseurs de l'édifice attaqué.

La réponse annoncée se borne à une revendication de priorité, à propos de laquelle l'auteur en est réduit, pour me réfuter, à m'attribuer des opinions exactement contraires à celles que j'ai soutenues à cette place. En me qualifiant de « soi-disant inventeur de la méthode de la sériation », il a dû supposer aux lecteurs de ce journal une bien mauvaise mémoire. Parlant de cette méthode, j'ai dit, page 776, 2e colonne, qu'elle était *vieille comme le monde,* et j'ai ajouté que « Quételet, en France, Morselli, en Italie, et quelques statisticiens en firent de rares applications à l'anthropologie et à la statistique ». J'ai montré ensuite pourquoi elle ne s'était pas généralisée et ne pouvait se généraliser. Elle était si peu répandue en effet, qu'elle n'apparaissait que très exceptionnellement dans les travaux des anthropologistes. Dans les innombrables tableaux que contient le seul manuel d'anthropologie publié en France (1876), l'on ne voit figurer absolument que des moyennes. La méthode des sériations était d'un usage si rare, que le savant anthropologiste italien Morselli a écrit récemment un volume dont la publication, dit-il, a été déterminée par l'apparition de mon mémoire, pour démontrer l'utilité de cette méthode.

La méthode de la sériation était donc connue, mais fort peu employée et cela en raison de la difficulté de manier les chiffres nombreux par lesquels elle s'exprime, et que ne pouvaient rendre aisément comparables les méthodes graphiques en usage. Le système particulier de courbes, dites centésimales, que j'ai imaginé, met immédiatement en évidence les relations mathématiques existant entre les grandeurs comparées, et dès lors la méthode de la mise en séries a pu être facilement employée. Les anthropologistes de profession, et, en dehors des anthropologistes, des mathématiciens distingués tels que le savant professeur Delbœuf, bien connu des

(1) Nous avons reçu à propos du mémoire de M. Le Bon un article important de M. Topinard, article que nous publierons dans un de nos prochains numéros.

lecteurs de cette revue, ont apprécié la nouveauté et l'importance de ces courbes.

Je n'ai donc jamais prétendu avoir inventé une méthode si vieille qu'il serait difficile d'en dire l'inventeur, et le système de courbes que j'ai décrit en est absolument indépendant.

L'assertion que mon mémoire aurait paru à Broca « une simple dissertation » est aussi peu exacte que la précédente. J'ai travaillé assez longtemps avec Broca pour avoir eu l'occasion de savoir ce qu'il en pensait. Il me suffira de rappeler qu'il a été le premier à me donner sa voix pour faire décerner à mon mémoire le prix proposé pour le meilleur travail publié sur l'anthropologie. Le jeune écrivain ne peut pas ignorer que ce prix ne se donne pas à de simples dissertations.

Cette autre assertion que « lorsque Broca sut quelle était ma prétention, il ne manqua pas de rétablir les faits » a exactement la même valeur que celles qui viennent d'être énoncées. Le mouvement provoqué par mon travail sur l'emploi des moyennes en anthropologie avait préoccupé Broca, et il publia à ce propos un long mémoire sur la méthode des moyennes; mais jamais il ne m'accusa de lui avoir *rien emprunté* dans le mémoire que j'avais publié dans son propre journal. Il déclara avec raison avoir employé dans de rares circonstances la méthode de la sériation, la reconnut utile, mais arriva cependant à la conclusion suivante, qui résultait du reste de tous ses travaux antérieurs : « En résumé, je pense qu'il suffit dans la plupart des cas de donner le tableau des moyennes et des écarts maxima et minima. ».

Notre contradicteur assure encore qu'il n'était pas difficile « d'agrémenter ce procédé (la sériation) en reproduisant graphiquement des chiffres déjà connus. »

Quand notre critique aura un peu plus d'expérience, il reconnaîtra sûrement qu'il est beaucoup plus difficile de découvrir une méthode permettant de voir dans des chiffres « connus » ce que d'autres n'y avaient pas vu que de peser des centaines de bras et de jambes. La méthode des courbes centésimales est très simple assurément, mais elle m'a permis de distinguer dans des chiffres connus les relations mathématiques dont j'ai donné un résumé dans mon précédent article, et qui avaient échappé à des anthropologistes très exercés. Les résultats que nous avons obtenus sont généralement admis aujourd'hui par tous les anthropologistes compétents et ont passé dans les livres d'anatomie classiques. Nos formules sont actuellement usitées dans les laboratoires : celle, par exemple, que nous avons donnée pour déterminer le volume du crâne en fonction de ses diamètres a été plusieurs fois employée par des anthropologistes aussi distingués que les professeurs Mantegazza et Régalia dans leurs recentes publications.

Quant au prétendu « reproche » que m'aurait fait le savant professeur Morselli, il suffirait, pour faire apprécier la valeur du qualificatif « reproche », de reproduire quelques-uns des passages où ce savant parle de mon mémoire ; mais ils sont trop bienveillants pour que je puisse me décider à les traduire (1). M. Morselli a réclamé, et c'est avec raison, je crois, pour les anthropologistes italiens et pour lui d'avoir été des premiers à faire usage en anthropologie de la méthode de la sériation ; mais, pas plus que Broca, Bertillon ou moi, il ne lui est venu un seul instant à l'idée de s'être cru l'inventeur d'une méthode qui, je le répète, est extrêmement ancienne. Quételet, qui l'a appliquée il y a déjà bien longtemps à l'anthropologie, n'aurait certainement pas prétendu davantage en être l'inventeur.

Lorsque Broca défendit la méthode des moyennes, il déclara que pour lui le procédé de la sériation en faisait partie. Il avait assurément le droit de faire entrer dans les moyennes ce qu'il jugeait utile d'y mettre ; mais son jeune élève commet une singulière confusion quand il croit qu'il est admis dans la science que « la méthode dite des moyennes comprend non seulement le procédé des moyennes arithmétiques, mais aussi les procédés de l'ordination et de la sériation ». Les livres les plus élémentaires le renseigneront facilement sur ce point ; et il trouvera des éclaircissements suffisants dans le travail de notre éminent confrère Bertillon sur les moyennes. « Dans les sciences, la moyenne est une valeur qui s'obtient en additionnant des nombres et des valeurs dont les grandeurs sont plus ou moins différentes entre elles, mais de même nature et en divisant leur somme par leur nombre... Une moyenne est une valeur abstraite créée de manière à former une sorte de résultante intermédiaire et *unique* d'un grand nombre de grandeurs déjà connues. »

Entre la méthode des moyennes, qui aboutit à un chiffre *unique,* et la méthode de la sériation qui aboutit à plusieurs chiffres et est la négation de la précédente, il n'y a aucune conciliation possible.

M. Manouvrier dit avec raison que la mémoire de Broca est chère à tous les anthropologistes. Je n'en connais aucun à qui elle soit plus chère qu'à moi, et les lecteurs de mon précédent article savent avec quel respect j'ai parlé de cet éminent maître. Les critiques que j'ai adressées à l'antique et pernicieuse méthode des moyennes, je les ai produites du vivant même de Broca, et dans son propre journal. Je ne pouvais avoir aucun scrupule par conséquent à les répéter après sa mort. Broca était un de ces esprits larges et indépendants ne craignant pas la critique, et ce n'est pas lui qui eût fermé son laboratoire à un savant ne partageant pas toutes ses opinions.

J'avais trouvé du reste quelque peu plaisante la prétention de vouloir protéger la mémoire de l'illustre professeur contre mes attaques supposées ; et je ne me serais assurément pas

(1) Voici un de ces passages : « Premetto che il mio reclamo di priorità (se puo esservi priorità in un'applicazione di metodi scientifici, che doveva presto o tardi aver luogo), non diminuisce l'importanza e la originalità del bel lavoro del Le Bon, che è veramente ammirabile per la novità dei concetti, per l'applicazione delle figurazioni grafiche alla craniologia, per i resultati ottenuti, ed era ben degno degli elogi unanimi e delle onorificenze che procurò al suo autore. Dirò anzi che leggendolo si sente crescere ad ogni pagina la stima verso un osservatore si diligente ed originale, che accenna con questo scritto a volere occupare uno dei primi posti nella nobile gerarchia della scienza. » (*Critica e riforma*, etc., p. 1.)

donné la peine de la relever, si l'ancien préparateur de Broca, devenu secrétaire de la Société d'anthropologie, n'avait assuré également en signalant officiellement mon article à l'attention de la Société, que j'y avais « malmené Broca et la Société d'anthropologie ». En ce qui concerne Broca, ce qui précède est une réponse plus que suffisante. Relativement à la Société d'anthropologie, je n'ai songé à malmener que les crâniologistes inquiets qui se disputent aujourd'hui les miettes du maître et finiront par laisser tomber en poussière l'œuvre qu'ils se sentent impuissants à continuer. Les félicitations que j'ai reçues pour mon article des membres les plus influents de la Société d'anthropologie m'ont prouvé que les idées que j'ai exposées sur l'anthropologie actuelle étaient généralement partagées. Le plus distingué des professeurs de l'école d'anthropologie a bien voulu m'écrire qu'il était d'accord avec moi sur le fond de mon travail. J'ai donc l'espoir que l'œuvre de réforme dont j'ai signalé l'urgence et esquissé les contours s'accomplira, et que c'est dans la Société d'anthropologie elle-même que se trouveront les savants capables d'en prendre d'une main ferme l'initiative.

GUSTAVE LEBON.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 2 JANVIER 1882.

ASTRONOMIE. — M. *Faye*, en présentant à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1882, signale les améliorations qui ont été introduites dans ce volume.

M. Faye présente une note sur la correction des boussoles et sur le récent *Traité de la régulation et de la compensation des compas*, de M. Collet.

Il indique un moyen bien simple d'éviter tout calcul et de faire marquer à une boussole, tout aussi bien que si elle était munie de son attirail de correcteurs, les azimuts magnétiques vrais.

Ce moyen consiste à faire provision de feuilles de papier circulaires sur lesquelles on aurait imprimé une graduation en parties égales visibles seulement de très près. Sur l'une de ces feuilles, on referait la graduation en parties inégales, d'une manière très visible, au moyen de la table de correction, et on collerait cette feuille sur la rose de la boussole. C'est le procédé que les artistes emploient pour corriger, au moyen d'une courbe d'erreur, les opérations d'une machine à diviser.

Si le navire venait à changer assez de région magnétique pour avoir besoin de corrections nouvelles, le calcul de celles-ci serait très rapide et on en serait quitte pour remplacer, sur la rose, l'ancienne feuille par une nouvelle qu'on pourrait même préparer quelque temps d'avance.

Les marins consultés à ce sujet sont unanimes. C'est, disent-ils, le dernier mot sur la question; c'est la solution définitive du problème, même sur nos vaisseaux de guerre où les déviations du compas menaçaient de mettre ce précieux instrument presque hors d'usage. Il était donc bien à désirer qu'un traité complet de toute cette importante matière fût publié, pour répandre parmi les navigateurs les méthodes nouvelles. C'est ce que M. Collet, lieutenant de vaisseau et répétiteur de géodésie à l'École polytechnique, vient de faire dans l'excellent volume, à la fois théorique et pratique qu'il a publié récemment.

ANTHROPOLOGIE. — MM. *A. de Quatrefages* et *E. Hamy* font quelques observations sur la crâniologie des races mongolique et blanche.

Les races nègres sont essentiellement dolichocéphales, c'est-à-dire que leur tête est allongée d'avant en arrière. Les races jaune ou mongolique sont caractérisées, au contraire, en très grande majorité, par une brachycéphalie plus ou moins accentuée, c'est-à-dire que leur tête est relativement raccourcie et élargie. Toutefois, une seule d'entre elles, la race mongole proprement dite, qui occupe les régions centrales de l'Asie, présente tous les attributs de cette forme de tête. Elle semble constituer une sorte de centre d'où rayonnent en divers sens des groupes géographiquement et ethnologiquement distincts, dont le crâne s'allonge progressivement pour aboutir à la dolichocéphalie vraie.

Grâce à deux crânes masculins recueillis dans des tumuli des monts Tourynia, par MM. Meynier et L. d'Eichthal, on a pu rapporter à la race mongole proprement dite ces Tchoudes ou Tchoudis mystérieux auxquels se rattachent tant de légendes. Les Kalmouks, les Bouriates appartiennent aussi fondamentalement au même groupe, bien que des éléments étrangers viennent parfois en modifier les caractères.

La race turque constitue une seconde famille, comprenant les Turcomans ou Turcs proprement dits, les Yakoutes, les Lesghis, les Ousbegs, les Kirghises, les Baskirs, les Tatars. Dans l'ensemble de ces groupes, l'indice horizontal moyen varie de 86,04 à 80,68, et l'indice vertical moyen de 80,45 à 69,78.

En restant au point de vue restreint où les auteurs se sont placés en ce moment, l'étude des trois grands diamètres crâniens établit entre les groupes fondamentaux des races humaines des rapports et des différences. Elle montre que les diverses formes générales du crâne sont représentées dans ces groupes. Mais, tandis que chez les noirs les crânes globuleux sont rares, tandis que chez les jaunes il en est de même pour les crânes allongés, chez les blancs les deux types céphaliques coexistent dans des proportions à peu près égales.

PHYSIQUE. — M. *A. Colson* étudie la diffusion des solides.

Il obtient une loi qui peut ainsi s'énoncer : *A une température donnée correspond un coefficient constant de diffusion du carbone dans le fer.*

Cette loi n'est vraie qu'autant que le fer se transforme en acier; quand la fonte commence à se former, c'est-à-dire un peu avant que le fer devienne cassant, l'absorption du charbon par le fer diminue.

Parmi les corps qui se diffusent le plus facilement dans le charbon, il faut placer en première ligne la silice.

— M. *J. Violle* envoie également ses travaux sur la diffusion du carbone dans la porcelaine.

Bien que la porcelaine se ramollisse complètement à la fusion du palladium (1500°), soutenue par la plombagine, elle constitue encore alors un très bon creuset. Or un tel creuset présente, après la chauffe, un aspect singulier : en dehors, la plombagine a brûlé et le fondant seul est resté, de sorte que le creuset de plombagine a l'aspect d'un creuset

de terre; le creuset de porcelaine, au contraire, s'est imprégné de plombagine et a extérieurement l'apparence d'un creuset de charbon. La plombagine a pénétré jusqu'à une certaine profondeur par une véritable diffusion, la pénétration étant d'autant plus profonde que l'expérience a été plus prolongée. Le fait se produit d'ailleurs à une température inférieure à 1500°.

— M. *Lippmann* répond à M. *Brillouin* au sujet de la détermination de l'ohm.

Le but de l'auteur étant uniquement de déterminer la valeur de l'ohm aussi exactement que possible, il lui suffit d'y pouvoir parvenir en employant des bobines de dimensions courantes. Il lui parait dès lors superflu d'insister sur les dimensions impraticables qu'il faudrait attribuer à ces instruments, afin que la méthode se trouvât en défaut.

— M. *J.-B. Baille* a mesuré les potentiels correspondant à des distances explosives déterminées.

La principale difficulté a consisté à ramener le conducteur électrisé à un potentiel constant, pendant le temps de la pesée. L'auteur s'est servi, pour cela, d'un conducteur à capacité variable, en ajoutant des condensateurs tels que l'étincelle ne se produisait qu'à d'assez longs intervalles; le potentiel était alors un maximum atteint lentement, et l'attraction arrivait également à son maximum au moment même de l'étincelle.

D'après ces expériences on voit que le potentiel d'un plan électrisé croit à peu près régulièrement avec la distance explosive qui peut être franchie.

On peut calculer les densités électriques correspondant à ces différentes longueurs d'étincelles; on voit que ces densités décroissent d'abord lentement et arrivent bientôt à une valeur constante vers $0^{cm},5$, ce que l'on savait déjà.

On voit encore que la pression exercée par l'électricité sur l'air, au moment où va jaillir l'étincelle de $0^{m},01$, n'est que le 1/2000 de la pression atmosphérique.

— M. *G. Pouchet* présente une note sur les températures de la mer, observées pendant la mission de Laponie.

L'auteur a suivi attentivement l'échauffement de la mer en rade de Vadsö, pendant les mois de juin et de juillet. L'hiver et le printemps, ainsi que cela résulte d'une lettre adressée par M. Mohn, « avaient été exceptionnellement froids, par suite des vents du nord qui avaient chassé les banquises jusqu'à une proximité tout à fait extraordinaire de la côte norvégienne ». A son arrivée, le 8 juin, la température moyenne est de + 2° environ; elle est de + 11° le 28 juillet. C'est donc une élévation de 9° dans une période de cinquante jours, soit presque 0°,2 par jour.

Pour la température des eaux profondes, on a employé le thermomètre Negretti-Zambra à renversement. Les sondages pratiqués au mouillage de Vadsö, dans les fjords secondaires du sud Varanger et dans le Varangerfjord ont permis de constater, à cette époque avancée de l'année, ce fait déjà signalé par M. Mohn, pour les mois d'hiver, à Svolvœr, d'une influence refroidissante de la côte. Cette influence s'est fait sentir jusqu'à 1 mille et 1/2 et jusqu'à la profondeur de 100 mètres au mouillage de Vadsö elle s'est traduite par un écart de 1° environ pour les profondeurs de 20 à 30 mètres. En somme, la température s'est montrée toujours régulièrement décroissante jusqu'au fond.

CHIMIE. — M. *Ch. Cloez* étudie le rapport de la potasse à la soude, dans les eaux naturelles.

La méthode employée consiste à évaporer à siccité, dans une capsule de platine, trois litres de l'eau à analyser. Le résidu, séché et pesé, est repris par l'eau distillée; la partie soluble est traitée par l'eau de baryte pure, filtrée et additionnée de carbonate d'ammoniaque en dissolution. La liqueur, après une seconde filtration, ne contient plus que les sels alcalins, mélangés avec une certaine quantité de sels ammoniacaux. On l'évapore de nouveau à siccité, et l'on calcine le résidu, additionné d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, en ayant soin de chauffer assez pour volatiliser tous les sels ammoniacaux, sans entraîner cependant de sels alcalins qui forment le résidu fixe.

Les résultats de la méthode employée montrent que, sauf pour quelques cas particuliers, la potasse contenue dans les eaux compte au plus pour 1/5 dans la somme des alcalis (potasse 25, soude 100), et que, si, comme on l'admet, la potasse vient de la décomposition des roches feldspathiques, il faut chercher une autre origine pour la soude, car il est démontré que les roches à base de soude ne sont pas plus fortement attaquées par les agents atmosphériques que les roches à base de potasse. Or la quantité relativement très grande de soude contenue dans les eaux examinées peut s'expliquer par ce fait que, dans la majeure partie des analyses, le poids de chlore contenu dans les eaux est presque rigoureusement proportionnel au poids de la soude; ce dernier composé se trouverait donc à l'état de chlorure de sodium, et comme ce chlorure ne peut évidemment pas provenir de la pluie, qui ne contient de sel que jusqu'à une très faible distance des bords de la mer, il faut admettre que tous les terrains, à l'exception peut-être des sols granitiques, sont imprégnés de sel marin. Il n'y aurait, au contraire, que les couches argileuses ou marneuses qui contiendraient des sels de potasse.

— M. *Chastaing* présente une note sur la fonction complexe de la morphine et sa transformation en acide picrique et de sa solubilité.

La potasse, la soude, la baryte et la chaux dissolvent la morphine dans la proportion d'un équivalent de morphine pour un équivalent des bases précitées. Les solutions évaporées dans le vide donnent des produits cristallisés contenant un équivalent de base, un équivalent de morphine et deux équivalents d'eau.

L'acide azotique quadrihydraté transforme la morphine, à la température de 100°, en un acide de formule $C^{20} H^{9} Az O^{18}$, acide quadribasique et difficilement cristallisable.

Un litre d'eau dissout à 0° des traces de morphine; à 10°, $0^{gr},10$; à 20°, $0^{gr},20$; à 40°, $0^{gr},40$ de morphine cristallisée. La solubilité de la morphine dans l'eau, de 0° à 40°, doit donc être représentée par une droite.

— MM. *D. Monnier* et *C. Vogt* s'occupent de la production artificielle des formes des éléments organiques.

Les formes d'éléments organiques (cellules, tubes) se produisant tout aussi bien dans un liquide de provenance organique ou semi-organique (sucrate de chaux) que dans un liquide absolument inorganique (silicate de soude), il ne peut plus dorénavant être question de formes distinctives, caractérisant les corps inorganiques d'un côté, les corps organiques de l'autre.

La forme des produits pseudo-organiques est constante par rapport aux sels cristallisés et aussi constante que toute forme cristalline des minéraux. Cette forme caractéristique se maintient si bien, qu'elle peut servir même à reconnaître,

dans des mélanges, une proportion tout à fait minime d'une substance. On peut employer cette forme comme moyen d'analyse aussi sensible que l'analyse spectrale et différencier, par exemple, les carbonates, sesquicarbonates et bicarbonates alcalins les uns des autres.

A part quelques exceptions, telles que les sulfates de cuivre, de cadmium, de zinc, de nickel, des formes pseudo-organiques ne sont engendrées que par le concours de substances que l'on trouve dans les organismes réels. C'est ainsi que le sucrate de chaux engendre des formes organiques, tandis que les sucrates de strontiane ou de baryte n'en forment point.

PHYSIOLOGIE. — M. *C. Dareste* recherche le développement de végétations cryptogamiques à l'extérieur et à l'intérieur des œufs de poule soumis à l'incubation artificielle.

Malgré l'emploi de moyens pour se débarrasser des spores étrangères à l'œuf, l'auteur a vu les végétations cryptogamiques se développer à l'extérieur et à l'intérieur des œufs, aussi abondamment que dans ses précédentes expériences. Il est donc conduit à admettre que ces spores ont été enfermées dans l'œuf au moment où le jaune s'enveloppe, dans l'oviducte des couches d'albumine, puis s'enferme dans la coquille.

Les œufs qui avaient servi aux premières expériences provenaient tous d'une même localité du département de Seine-et-Oise. L'auteur se procura des œufs d'autres provenances. Un lot d'œufs du département de la Vienne donna seulement trois œufs infectés, et huit qui ne l'étaient point. Dans une autre expérience, où l'on mit en incubation des œufs des départements de l'Oise et de l'Eure, concurremment avec ceux de Seine-et-Oise, ces derniers présentaient, au bout de douze jours d'incubation, cinq œufs infectés sur six. Au contraire, six œufs du département de l'Eure n'ont présenté que deux cas d'infection. Les sept œufs du département de l'Oise étaient au contraire, complètement intacts.

Cette différence entre des œufs placés dans des conditions absolument identiques ne peut évidemment s'expliquer que par l'incarcération des spores dans les œufs, pendant leur passage dans l'oviducte, et avant la formation de la coquille. De plus, elle indique que la cause qui infecte les œufs est essentiellement une cause locale.

— M. *Laulanié* a observé une tuberculose parasitaire du chien et la pathogénie du follicule tuberculeux.

Les strongles des vaisseaux vivent, *à l'état adulte,* dans le ventricule droit et les grandes divisions de l'artère pulmonaire du chien, où ils se réunissent en pelotons plus ou moins volumineux, composés de mâles et de femelles. Ces amas provoquent infailliblement, dans le point du vaisseau où ils sont immobilisés, une endartérite dont les végétations affectent la forme de cordages ou de lames anastomosées qui maintiennent le peloton parasitaire et l'empêchent de céder au courant sanguin. C'est dans ces parties centrales de la circulation pulmonaire que les strongles s'accouplent.

La présence des embryons dans les bronches, qui n'avait pas été signalée encore, permet légitimement de supposer qu'ils sont expulsés par les voies respiratoires pour être ensuite accidentellement introduits dans l'appareil digestif d'un autre chien.

Les œufs deviennent le point de départ d'une *artérite noduleuse, réunissant dans sa structure tous les caractères que l'on assigne, depuis Köster, aux follicules élémentaires de la tuberculose.*

L'auteur conclut que l'agent spécifique de la tuberculose agit de la même manière que les œufs des strongles et porte son action initiale sur les vaisseaux dans lesquels il est en circulation;

Que le follicule tuberculeux n'est pas autre chose qu'une vascularité noduleuse;

Qu'il est dépourvu de toute spécificité anatomique.

MINÉRALOGIE. — M. *E. Perroncito* a eu l'occasion d'étudier les ankylostomes (ankylostome duodénal de Dubini) en France et la maladie des mineurs.

Ses observations démontrent : 1° que les ankylostomes existent aussi en France; 2° que l'anémie des mineurs de Saint-Étienne est de nature éminemment parasitaire et semblable, dans sa cause, à celle des ouvriers du Saint-Gothard, des mineurs de Schemnitz, etc.

La maladie peut être prévenue en employant des solutions concentrées de chlorure de sodium, d'acide sulfurique ou chlorhydrique, en se servant d'acide phénique ou du liquide insecticide Dépérais.

MATHÉMATIQUES. — M. *C. Le Paige :* Sur les formes algébriques à plusieurs séries de variables.

— M. *de Gasparis :* Sur la théorie du mouvement des planètes.

— M. *J. Boussinesq.* Intégration de certaines équations aux dérivées partielles, par le moyen d'intégrales définies contenant sous le signe $\int$ le produit de deux fonctions arbitraires.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

REVUE INTERNATIONALE DES SCIENCES BIOLOGIQUES (1881, numéros 8, 9 et 10). — *William Roberts :* Les ferments digestifs, la préparation et l'emploi des aliments artificiellement digérés. — *Petit :* La métallothérapie, ses origines et les procédés thérapeutiques qui en dérivent. — *Élie Reclus :* Le matriarcat ou la famille maternelle. — *Andrée :* Les effets du militarisme. — *Bochefontaine :* Influence de l'obstruction des artères coronaires sur les mouvements du cœur. — *Jules Soury :* L'hylozoïsme moderne. — *Hanstein :* Le protoplasma. — *B. Gendre :* La psychopathie dans l'histoire. — La renaissance du matérialisme.

— JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE (t. IV, 1881, septembre, octobre et novembre.) — *J. Lefort :* Nouvelle méthode d'analyse des tungstates. — *Alf. Riche :* Anesthésie et anesthésiques. — *Balland :* Sur la phytolaque dioïque. — *De Vrij :* Sur le borate de quinoïdine. — *F. Vigier* et *Ch. Cloetz :* Sur l'*Erigeron canadense.* — *Ch. Planchon :* Note sur la matière médicale aux États-Unis. — *J. Lefort :* Action des acides arsénique et phosphorique sur les tungstates de soude et nouvelle méthode d'analyse des tungstates. — *P. Chastaing :* Sur la formule de la pilocarpine. — Sur quelques produits d'oxydation de la morphine. — *Jungfleisch* et *Lefranc :* Sur la lévulose. — *C. Méhu :* Étude sur les liquides extraits des kystes ovariques. — *J. Clouet :* Les combustions spontanées des flammes de Bengale.

— JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE (novembre 1881). — *Antoine Pacinotti :* Description d'une petite machine électro-magnétique. — *A. Stoletow :* Sur une méthode pour déterminer le rapport des unités électro-magnétiques et électrostatiques (le *v* de Maxwell). — *Léon Laurent :* Miroirs magiques en verre argenté. — *Er. Mallard :* Sur la théorie de la polarisation rotatoire. — *A. Righi :* Contributions à la théorie de l'aimantation de l'acier.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cⁱᵉ, rue St-Benoît. [2010]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 3 21 JANVIER 1882

ZOOLOGIE

La formation de la terre végétale par l'action des vers (1).

Dans l'introduction du livre que nous résumons ici, M. Charles Darwin s'excuse d'avoir consacré tout un volume à l'étude d'un animal qui peut au premier abord paraître insignifiant. Certaines observations, déjà anciennes, l'amènerent à penser que l'œuvre des vers était considérable dans la nature, si l'on faisait intervenir le facteur le plus important peut-être des problèmes géologiques : le temps. Comme le remarque l'auteur, il est assez malaisé de se faire une idée exacte des effets d'une cause continuellement agissante et cette incapacité a souvent retardé le progrès scientifique : on l'a vu dans le cas de la géologie et, plus récemment, dans celui du principe de l'évolution.

M. Darwin s'est exclusivement occupé dans cet ouvrage du rôle joué par les vers dans la formation du sol, les changements de la surface et la dénudation de la terre. Les célèbres expériences de M. Pasteur ont montré que ces animaux peuvent, dans certaines circonstances, propager des maladies infectieuses en ramenant à la surface des germes virulents.

On se rappelle qu'à la ferme de Rozières des moutons furent atteints de fièvre charbonneuse pour avoir brouté l'herbe qui poussait sur une fosse où des animaux charbonneux avaient été enfouis douze ans auparavant.

M. Pasteur, dans la séance du 20 novembre 1880, a également cité le cas d'un troupeau de 900 moutons dont 400 moururent pour avoir été couchés dans leur étable sur de la terre apportée d'un endroit où des bêtes étaient enterrées depuis fort longtemps.

Bien que les observations de M. Darwin n'aient pas porté sur ce côté de la question, elles jettent cependant une vive lumière sur la façon dont les vers apportent à la surface les particules enfouies à une profondeur relativement considérable. Il n'est pas douteux, après les avoir lues, que les mesures adoptées pour l'enfouissement des corps infectés ne soient absolument inefficaces, puisque les vers, après un temps plus ou moins long, peuvent ramener les germes infectants à portée de l'homme ou des animaux.

H. G.

I.

HABITUDES DES VERS.

Les vers de terre sont distribués sur le monde sous forme de genres peu nombreux qui ont entre eux une grande ressemblance extérieure. Les espèces anglaises de lombrics n'ont jamais été soigneusement classées. Eisen en compte huit en Scandinavie et Hoffmeister donne le même chiffre pour l'Allemagne.

Les vers abondent en Angleterre sur beaucoup de points. Leurs déjections se voient en nombre considérable sur les vaines pâtures et les dunes crayeuses ; elles recouvrent presque toute la surface quand le sol est pauvre, le gazon court et mince. Ils sont d'ailleurs presque aussi nombreux dans certains parcs de Londres où l'herbe pousse bien, où le sol semble riche. Dans un même champ, les vers peuvent être beaucoup plus abondants sur certains points que sur d'autres, sans qu'il y ait de différence visible dans la nature du sol. Ils abondent dans les cours pavées aux abords des maisons et l'on en a vu pénétrer jusque dans les caves humides. Sur les chemins secs, de sable ou de gravier, où la bruyère seule peut pousser, avec le genêt, la fougère, la mousse et les lichens, on ne trouve que très peu de vers. Mais dans beaucoup de parties de l'Angleterre, la surface des sentiers qui traversent une bruyère se recouvre d'un gazon fin et court. Sur ceux-là, les déjections de vers se rencontrent souvent.

Une couche, si mince qu'elle soit, de terre fine, qui retient

(1) *The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits*, by Charles Darwin, L. L. D, F. R. S. London, John Murray, 1881.

sans doute longtemps l'humidité, est en tout cas, comme je le crois, nécessaire à leur existence; la simple compression du sol semble leur être favorable jusqu'à un certain point, car ils pullulent souvent dans les anciens chemins de gravier et les sentiers à travers champs.

Sous les grands arbres on ne trouve que peu de déjections pendant certaines saisons de l'année, sans doute parce que toute l'humidité a été absorbée par les racines. En effet, ces endroits se recouvrent de déjections après les grosses pluies d'automne.

Dans les montagnes des Galles et dans les Alpes les vers sont rares en beaucoup d'endroits, ce qui est dû peut-être à la proximité des roches sous-jacentes, où les vers ne peuvent creuser leurs trous en hiver de façon à ne pas être gelés. On en a cependant rencontrés à de grandes altitudes sur les monts Nilgire et l'Himalaya.

Les vers de terre peuvent être considérés comme des animaux terrestres, quoique, dans un sens, ils soient semi-aquatiques, comme les autres membres de la grande classe des annélides. M. Perrier a trouvé que l'exposition à l'air sec d'une chambre pendant une seule nuit leur était fatale. D'autre part, il a gardé vivants, pendant près de quatre mois, plusieurs grands vers complètement submergés dans l'eau. Pendant l'été, quand le sol est sec, ils pénètrent à une profondeur considérable et cessent de travailler, comme en hiver quand le sol est gelé. Leurs habitudes sont nocturnes; on les voit, la nuit, ramper en grand nombre, mais ordinairement avec leur queue fixée dans les trous. Par l'expansion de cette partie de leur corps et avec l'aide des soies courtes et légèrement réfléchies dont ils sont armés, ils adhèrent si fortement au sol qu'on peut rarement les en détacher sans les mettre en pièces. Pendant le jour, ils restent dans leurs trous, excepté pendant la saison d'accouplement; alors, ceux qui habitent des trous voisins exposent à l'air la plus grande partie de leur corps, aux premières heures du matin. Il faut aussi en excepter les individus malades, qui sont généralement attaqués par les larves parasites d'une mouche; ces individus sortent pendant le jour et meurent à la surface. Après les fortes pluies succédant à un temps sec, on voit parfois sur le sol un nombre surprenant de vers morts. Je crois que ce sont des vers déjà malades et que leur mort a été simplement hâtée par la submersion du sol.

On a dit souvent que les vers bien portants ne quittaient jamais complètement leurs trous, même la nuit; mais c'est une erreur. Le matin, après de fortes pluies, la pellicule de boue ou de sable fin qui recouvre les chemins de gravier est souvent nettement sillonnée par leurs traces. Ces traces s'éloignent parfois jusqu'à 15 mètres de l'orifice des trous. Jamais je n'en ai vu deux qui se dirigeassent vers le même orifice et il est peu probable qu'un vers puisse retrouver le chemin de son trou après l'avoir une fois quitté.

Morren affirme que les vers restent souvent presque immobiles pendant des heures, immédiatement au-dessous de l'orifice de leur trou. J'ai vérifié le fait avec des vers conservés dans des pots. Cette habitude est cause que les oiseaux en détruisent d'immenses quantités. Il n'est pas probable que les vers se comportent de cette façon pour respirer l'air frais, car nous avons vu qu'ils pouvaient vivre longtemps sous l'eau. Je crois qu'ils recherchent plutôt la chaleur, surtout le matin; nous verrons plus loin qu'ils tapissent souvent l'orifice de leurs trous avec des feuilles, apparemment pour empêcher leurs corps de se trouver en contact direct avec la terre froide et humide. On dit qu'ils ferment entièrement leurs trous pendant l'hiver.

Structure. — Le corps d'un grand ver est composé de 100 à 200 anneaux ou segments presque cylindriques. Le système musculaire est bien développé. Les vers peuvent ramper en arrière aussi bien qu'en avant, et, à l'aide de leur queue, qu'ils fixent, ils peuvent se retirer dans leurs trous avec une rapidité extraordinaire. La bouche est située à l'extrémité antérieure du corps et pourvue d'une petite projection qui sert à la préhension. Intérieurement, derrière la bouche, se trouve un solide pharynx, poussé en avant quand l'animal mange et qui correspond, suivant Perrier, à la trompe des autres annélides. Le pharynx conduit dans l'œsophage, à la partie inférieure duquel se trouvent, de chaque côté, trois paires de grosses glandes qui sécrètent une quantité surprenante de carbonate de chaux. Ces glandes calcifères sont vraiment remarquables, car on ne connaît rien de pareil chez aucun autre animal. Dans la plupart des espèces, l'œsophage, en s'élargissant, forme un jabot au-devant du gésier. Ce dernier organe est revêtu d'une membrane épaisse et lisse et entouré de muscles, faibles dans le sens longitudinal, mais puissants dans le sens transversal. D'après Perrier, la trituration de la nourriture doit être surtout effectuée par cet organe, car les vers ne possèdent ni dents ni mâchoires. On trouve généralement dans le gésier et les intestins des grains de sable et de petites pierres, de 1/20 à un peu plus de 1/10 de pouce de diamètre, qui servent sans doute à triturer leur nourriture. Le gésier s'ouvre dans l'intestin, qui aboutit en droite ligne à l'anus. L'intestin présente la structure remarquable, appelée typhosolis, c'est-à-dire un intestin dans un intestin; Claparède a montré que cette structure consiste en un repli longitudinal profond des parois, à l'aide duquel s'obtient une surface absorbante étendue.

Le système circulatoire est bien développé. Les vers respirent par la peau. Les deux sexes sont réunis dans le même individu, mais deux individus s'accouplent. Le système nerveux est assez complet et les deux ganglions cérébraux, presque confluents, sont situés très près de l'extrémité antérieure du corps.

Sens. — Les vers sont dépourvus d'yeux et j'ai cru d'abord qu'ils étaient tout à fait insensibles à la lumière. Hoffmeister nie le fait, mais il admet qu'il faut un certain temps pour que l'action s'en fasse sentir. L'expérience m'a prouvé, en effet, que la lumière affecte les vers par son intensité et sa durée. L'extrémité antérieure du corps, seule, est affectée. Comme ces animaux sont privés d'yeux, nous devons supposer que la lumière traverse la peau et excite en quelque manière les ganglions cérébraux.

Quoiqu'on ne puisse dire que les vers soient doués de la vision, leur sensibilité à la lumière leur permet de distinguer

le jour de la nuit et d'échapper ainsi à beaucoup de dangers. Leur confinement dans leurs trous pendant le jour semble être devenu, cependant, une action habituelle : des vers, gardés dans des plateaux de verre recouverts de papier noir, se retiraient chaque nuit dans leur trou.

Les vers semblent être moins sensibles à une chaleur rayonnante modérée qu'à une lumière brillante. Ils sont sensibles aux basses températures, comme le prouve leur confinement dans leurs trous pendant les gelées.

Ils ne possèdent pas de sens de l'ouïe. Bien qu'indifférents aux ondulations de l'air qui sont perceptibles pour nous, ils sont extrêmement sensibles aux vibrations d'un objet solide. Quand on plaçait sur un piano un pot renfermant deux vers que le son avait laissés tout à fait indifférents, certaines notes les faisaient rentrer instantanément dans leurs trous.

Leur corps tout entier est sensible au contact. Une légère bouffée d'air de la bouche les fait battre en retraite à l'instant. De tous leurs sens, celui du toucher, en comprenant dans ce terme la perception d'une vibration, semble être le plus hautement développé.

Le sens de l'odorat se réduit apparemment chez les vers à la perception, faible d'ailleurs, de certaines odeurs. L'odeur du tabac, du parfum de mille-fleurs, de l'acide acétique, les laisse indifférents. Il n'en est pas de même quand on emploie des feuilles de choux ou des morceaux d'oignons que les vers dévorent avec délices. Ils finissent toujours par les découvrir, si bien enterrés qu'ils soient.

On peut supposer que tous les animaux qui se nourrissent de substances variées possèdent le sens du goût et c'est certainement le cas avec les vers. Ils aiment beaucoup les feuilles de choux et il semble qu'ils peuvent distinguer entre elles les différentes variétés, mais peut-être cela est-il dû à la différence de texture. Au milieu de feuilles d'espèces diverses, ils s'attaquent toujours à leur nourriture favorite, la feuille de céleri, de carotte, etc. Suivant M. Bridgman, les feuilles à demi décomposées du *Phlox verna* sont particulièrement goûtées par les vers.

Qualités mentales. — Il y a peu à dire sur ce sujet. Nous avons vu qu'ils sont timides. On peut douter que la douleur qu'ils ressentent soit en rapport avec les contorsions qui l'expriment. Ils doivent jouir du plaisir de manger si l'on en juge par leur avidité pour certaines nourritures. Leur passion sexuelle est assez forte pour l'emporter un certain temps sur leur crainte de la lumière. Ils ont peut-être une trace de sentiment social, car ils rampent, sans se troubler, les uns sur les autres et restent parfois en contact. Suivant Hoffmeister, ils passent l'hiver isolément ou roulés en boule avec d'autres au fond de leurs trous. Bien que les vers soient dépourvus si complètement de plusieurs organes des sens, cela n'exclut pas nécessairement l'intelligence, comme nous le savons par le cas de Laura Bridgman; nous avons vu que, quand leur attention est engagée, ils négligent des impressions auxquelles sans cela ils eussent été sensibles. Or l'attention indique la présence d'un esprit de quelque espèce. Ils sont aussi beaucoup plus facilement excités à certains moments qu'à d'autres. Ils accomplissent quelques actions instinctivement. C'est ainsi que l'espèce des Perichæta rejette ses déjections de façon à construire des tours, que les trous du ver commun sont revêtus de terre fine et souvent de petites pierres, et que les orifices sont tapissés de feuilles. Un de leurs instincts les plus forts est la fermeture de l'orifice de leurs trous avec différents objets; les très jeunes vers eux-mêmes agissent de cette façon. Cependant un certain degré d'intelligence semble, comme nous le verrons plus loin, être déployé dans cette opération, résultat qui m'a plus surpris que tout autre en ce qui concerne les vers.

Nourriture et digestion. — Les vers sont omnivores. Ils avalent une énorme quantité de terre, dont ils extraient toute la matière digestible qu'elle peut contenir. Ils consomment aussi un grand nombre de feuilles à demi pourries et même de feuilles fraîches.

Léon Frédéricq affirme que le fluide digestif des vers est de même nature que la sécrétion pancréatique des animaux supérieurs.

Les feuilles fraîches ou à demi pourries que les vers veulent dévorer sont tirées dans l'orifice de leurs trous à une profondeur d'un à trois pouces et sont alors humectées d'un fluide sécrété. On a supposé que ce fluide servait à hâter leur décomposition, mais j'ai trouvé qu'il n'en était rien. Il agit en tout cas sur les feuilles fraîches d'une façon très remarquable : il les tue promptement et les décolore. Il agit également sur les granules d'amidon à l'intérieur des cellules; ces granules disparaissent dans les parties affectées par le fluide.

Cette sécrétion étant alcaline, et agissant à la fois sur les granules d'amidon et sur le contenu protoplasmique des cellules, nous pouvons déduire qu'elle ressemble en nature, non à la salive, mais à la sécrétion pancréatique et nous savons par Frédéricq qu'une sécrétion de cette nature se trouve dans les intestins des vers. Les feuilles sont donc partiellement digérées avant d'être introduites dans le canal alimentaire. Je ne connais pas d'autre cas de digestion extra-stomacale; le cas qui s'en rapproche le plus est celui des plantes comme la drosera et la dionée, chez lesquelles la matière animale est digérée et convertie en peptone non dans un estomac, mais à la surface des feuilles.

Glandes calcifères. — Ces glandes sont au nombre de trois paires qui, dans le ver commun, débouchent dans le canal alimentaire en avant du gésier, et postérieurement à celui-ci dans l'urochtæa et, quelques autres genres. Les deux paires postérieures sont formées par des lamelles qui, suivant Claparède, sont dérivées de l'œsophage. Ces lamelles sont revêtues d'une couche cellulaire pulpeuse, dont les cellules extérieures sont libres et en nombre infini. Si l'on écrase une de ces glandes, il en sort une quantité de matière blanche pulpeuse, qui n'est autre que ces cellules libres dont le diamètre est très faible. Elles contiennent un peu de matière granuleuse excessivement fine. Insolubles dans l'éther, elles se dissolvent avec effervescence dans l'acide acétique; l'oxalate d'ammoniaque, ajouté à la solution, donne un précipité blanc. Nous pouvons en conclure qu'elles contiennent du carbonate de chaux.

Les deux glandes antérieures ont une forme un peu diffé-

rente de celle des quatre postérieures : elles sont plus ovales. Elles en diffèrent aussi en ce qu'elles contiennent généralement plusieurs petites, ou deux ou trois plus grandes, ou une seule concrétion très grande de carbonate de chaux, allant jusqu'à 1 millimètre 1/2 de diamètre. Les grosses concrétions sont rondes ou ovales et presque polies extérieurement; leur structure est plus ou moins cristalline. On ne peut se figurer comment elles s'échappent des glandes, mais le fait est qu'on les trouve souvent dans le gésier, les intestins et les déjections des vers.

Les concrétions sont formées par la chaux contenue dans les cellules calcifères libres qui tapissent les lamelles. A mesure que les petites concrétions augmentent de volume, elles arrivent en contact et s'unissent, englobant ainsi les lamelles désormais sans fonction ; on peut suivre de cette manière la formation des concrétions plus grosses. Cette opération, on ignore absolument pourquoi, prend régulièrement place dans les deux glandes antérieures et rarement dans les quatre postérieures. Morren dit que ces glandes disparaissent en hiver et j'en ai vu quelques exemples.

En ce qui concerne la fonction des glandes calcifères, il est probable qu'elles servent principalement d'organes de sécrétion et secondairement qu'elles assistent la digestion. Les vers consomment beaucoup de feuilles tombées et l'on sait que la chaux s'accumule dans les feuilles dans une proportion qui va, pour certaines espèces, jusqu'à 72 pour 100. Les glandes calcifères sont faites pour débarrasser les vers de l'excès de cette matière. D'autre part les feuilles, pendant leur décomposition, engendrent en abondance différentes espèces d'acides groupés sous le nom d'acides de l'humus, agissant fortement sur le carbonate de chaux. Chez les vers, qui se nourrissent de ces feuilles, le contenu des intestins est acide et la matière évacuée, les déjections le sont également. Il semble probable que les innombrables cellules calcifères, versées par les quatre glandes postérieures dans le canal alimentaire, servent à neutraliser plus ou moins les acides engendrés par les feuilles à demi pourries. Elles peuvent aussi aider, comme le prétend Claparède, à la trituration de la nourriture ; mais je suis d'avis, avec Perrier, que ce n'est là qu'un usage secondaire, ce but étant déjà atteint par les pierres qu'on trouve généralement dans le gésier et les intestins des vers.

Les vers saisissent les feuilles et les autres objets, non seulement pour s'en servir comme nourriture, mais pour boucher l'orifice de leurs trous ; c'est là un de leurs plus forts instincts. Ils tirent aussi dans leurs trous des feuilles et des pétioles de beaucoup d'espèces, quelques pédoncules de fleurs, des brindilles décomposées, des morceaux de papier, des plumes, des flocons de laine, des crins de chevaux. Beaucoup de ces objets ne sont pas rongés par eux.

La feuille, ainsi entraînée à une petite profondeur dans un trou cylindrique, est nécessairement fort repliée et froissée. Quand une nouvelle feuille est tirée, c'est extérieurement à la première et toutes finissent par ne plus faire qu'un corps. Les vers remplissent les interstices entre les feuilles avec la terre visqueuse et humide qu'ils rejettent et de cette façon l'orifice des trous est entièrement bouché.

A défaut de feuilles, de pétioles, etc., ils protègent souvent l'orifice de leur trou à l'aide de petits tas de pierres qu'ils tirent par succion. L'avantage qu'ils ont à remplir ainsi leurs trous ou à les recouvrir de feuilles est douteux ; ils n'agissent pas ainsi quand ils rejettent beaucoup de terre, car alors leurs déjections leur servent à recouvrir l'orifice. On peut supposer que le bouchage sert à empêcher l'irruption de l'eau dans les trous, à dérober ceux-ci à la vue des scolopendres, à permettre aux vers de tenir impunément la tête au niveau du sol, enfin, et c'est mon opinion, à s'opposer à l'entrée de la couche d'air inférieure, refroidie par la radiation de la nuit.

Intelligence déployée dans le bouchage des trous. — Le tableau ci-dessous résume les nombreuses observations que j'ai recueillies sur la manière dont les vers tirent différentes espèces d'objets dans l'orifice de leurs trous. Les chiffres donnent la proportion pour cent.

NATURE DE L'OBJET.	TIRÉS DANS LES TROUS par le sommet.	TIRÉS par LE MILIEU.	TIRÉS par LA BASE.
Feuilles de différentes espèces	80,0	11	9,0
Feuilles do tilleul, à base largo et sommet pointu.	79,0	17	4,0
Feuilles d'un laburnum, à base aussi étroite et parfois plus étroite que le sommet.	63,0	10	27,0
Feuilles du rhododendron, à base souvent plus étroite que le sommet	34,0	»	66,0
Feuilles de pin, consistant en deux aiguilles, s'élevant d'une base commune.	»	»	100,0
Pétioles d'une clématite, un peu pointues au sommet, émoussées à la base.	76,0	»	24,0
Feuilles de frêne, dont la base épaisse sert souvent de nourriture	48,5	»	51,5
Feuilles de robinia, extrêmement minces, surtout vers le sommet, et convenant peu au bouchage des trous	41,0	»	59,0
Triangles de papier de deux formes (larges et étroits)	62,0	15	23,0
Triangles de papier, larges	59,0	25	16,0
Triangles de papier, étroits.	65,0	14	21,0

Si nous considérons ces différents cas, nous pouvons difficilement échapper à la conclusion que les vers montrent un certain degré d'intelligence dans leur manière de boucher les trous.

Chaque objet particulier est saisi d'une manière trop uniforme et pour des causes que nous comprenons généralement, pour que ce résultat soit attribué au simple hasard. Si quelques objets ont été tirés par le bout le plus large, c'est probablement parce que dans certains cas le travail était moindre. Sans doute les vers sont conduits par l'instinct à boucher leurs trous, et on aurait pu s'attendre à ce qu'ils fussent amenés par l'instinct à la meilleure façon d'agir dans chaque cas particulier, indépendamment de l'intelli-

gence. Nous voyons combien il est difficile de juger si l'intelligence entre en jeu, car on peut parfois penser que les plantes même sont dirigées ainsi; par exemple, lorsque des feuilles déplacées dirigent de nouveau leurs surfaces supérieures vers la lumière par des mouvements extrêmement compliqués et par le plus court chemin.

Avec les animaux, des actions qui semblent dues à l'intelligence peuvent être accomplies grâce à des habitudes héréditaires sans intelligence, quoique acquises à l'origine par celle-ci. L'habitude peut aussi avoir été acquise par la conservation et la transmission des variations progressives de quelque autre habitude, et dans ce cas, l'habitude nouvelle aura été acquise indépendamment de l'intelligence dans tout le cours de son développement.

Il n'y a pas d'improbabilité *à priori* que les vers aient acquis des instincts spéciaux par l'un ou l'autre de ces deux moyens. Néanmoins il est incroyable que des instincts se soient développés concernant des objets, tels que les feuilles et les pétioles de plantes étrangères, absolument inconnus des ascendants des vers qui agissent de la manière indiquée. Leurs actions d'ailleurs ne sont pas si invariables, si inévitables que le sont la plupart des instincts véritables.

Comme les vers ne sont pas guidés par des instincts spéciaux dans chaque cas particulier, bien que possédant un instinct général pour boucher leurs trous, comme d'un autre côté le hasard est écarté, la conclusion la plus probable semble être qu'ils essayent de plusieurs manières différentes de tirer les objets et qu'ils y réussissent enfin d'une manière ou de l'autre. Mais il est surprenant qu'un animal aussi bas placé dans l'échelle qu'un ver ait la capacité d'agir de cette façon, alors que beaucoup d'animaux plus élevés ne la possèdent pas.

M. Romanes, qui a spécialement étudié l'esprit des animaux, croit que nous ne pouvons sûrement supposer l'intelligence qu'en voyant un individu profiter de sa propre expérience. Or, si les vers essayent de tirer les objets dans leurs trous, d'une façon d'abord et puis d'une autre, jusqu'à ce qu'enfin ils réussissent, ils profitent, au moins dans chaque cas particulier, de l'expérience. D'autre part, j'ai acquis la conviction qu'habituellement les vers n'essayent pas de tirer les objets de beaucoup de façons différentes, ce qui semble indiquer qu'avant de se mettre à l'œuvre, ils doivent acquérir quelque notion de la forme générale de l'objet, probablement en le touchant en beaucoup d'endroits avec l'extrémité antérieure de leur corps, qui leur sert d'organe tactile. S'il en est ainsi, s'ils possèdent la faculté, si rudimentaire qu'elle soit, d'acquérir quelque notion de la forme d'un objet et de celle de leur trou, ils méritent d'être appelés intelligents, car ils agissent à peu près de la même manière que le ferait un homme dans des circonstances semblables.

Cette conclusion paraîtra peu probable à chacun, mais on peut douter que nous connaissions assez le système nerveux des animaux inférieurs pour justifier notre défiance à cet égard.

Manière dont les vers creusent leurs trous. — Le creusement a lieu de deux manières : en écartant la terre dans tous les sens et en l'avalant. Dans le premier cas, le ver introduit l'extrémité antérieure de son corps, allongée et amincie, dans quelque petite crevasse, et alors, comme le remarque Perrier, le pharynx est poussé en avant dans cette partie, qui se gonfle en conséquence et écarte la terre de toute part.

Ce moyen étant impraticable dans les terrains compacts, les vers sont obligés alors d'avaler la terre pour excaver leurs trous. Certains auteurs doutent qu'ils l'avalent jamais dans ce seul but ; mais, comme on trouve de leurs déjections sur les sables les plus arides et les plus dépourvus de matière nutritive, il faut bien admettre l'existence du fait. D'un autre côté, il me semble certain qu'ils avalent une quantité de terre considérable, dans le but d'en extraire la matière nutritive qu'elle peut contenir. Si la terre était avalée alors seulement que les vers approfondissent leurs trous ou en font de nouveaux, les déjections ne seraient rejetées qu'accidentellement ; or, en beaucoup d'endroits, on peut voir chaque matin des déjections fraîches et la quantité de terre rejetée du même trou, pendant plusieurs jours successifs, est considérable. Cependant les vers ne s'enfoncent pas à grande profondeur, excepté quand le temps est très sec ou intensément froid.

Les vers abondent parfois dans des endroits où ils ne peuvent que très rarement ou jamais obtenir des feuilles mortes ou fraîches ; par exemple, sous le pavement des cours bien balayées où des feuilles ne tombent que rarement. Mon fils Horace en a trouvé jusque sous le pavement de pierre d'une cave extrêmement humide, où il est peu probable qu'ils aient jamais pu se procurer des feuilles.

Des exemples nombreux ne permettent guère de douter que les vers avalent la terre, non seulement pour faire leurs trous, mais aussi pour se nourrir. Hensen, cependant, conclut de ses analyses de l'humus que les vers ne pourraient probablement pas vivre de la terre végétale ordinaire, quoiqu'il admette qu'ils puissent se nourrir jusqu'à un certain point avec le terreau de feuilles. Cependant les vers dévorent avidement la viande crue, la graine et les vers morts et le terreau ordinaire ne peut manquer de contenir beaucoup d'œufs, de larves et de petites créatures mortes ou vivantes, des spores de plantes cryptogamiques et de micrococci, tels que ceux qui donnent naissance au salpêtre. Ces organismes divers, en même temps que quelque cellulose contenue dans les feuilles ou racines non entièrement décomposées, pourraient bien expliquer les grandes quantités de terreau avalés par les vers.

Profondeur à laquelle les vers pénètrent ; construction de leurs trous. — Bien que les vers vivent d'ordinaire près de la surface, ils pénètrent cependant à une profondeur considérable pendant les sécheresses et les grands froids prolongés.

Les trous s'enfoncent perpendiculairement ou, plus souvent, un peu obliquement. On dit qu'ils bifurquent parfois, mais je ne l'ai jamais vu, si ce n'est dans les sols récemment remués et près de la surface. Ils sont généralement, et comme je le crois, invariablement, tapissés d'une couche mince de fine

terre foncée, rejetée par les vers, de sorte qu'ils doivent d'abord être creusés sur un diamètre un peu plus grand. Les parois des nouveaux trous sont souvent semées de petits globules de terre rejetée, encore molle et visqueuse, lesquels, semble-t-il, sont répandus de tous côtés par le ver tandis qu'il monte ou descend dans son trou. Le revêtement ainsi formé devient très compact et très uni quand il est presque sec, et s'adapte exactement au corps du ver. Les petites soies réfléchies qui se projettent par rangées sur tous les côtés du corps ont ainsi un excellent point d'appui, et le trou se prête parfaitement au mouvement rapide de l'animal. Le revêtement semble aussi renforcer les parois et peut-être empêche-t-il le ver d'être écrasé. Les trous ne sont donc pas de simples excavations et peuvent plutôt être comparés à des tunnels revêtus de ciment.

L'orifice des trous, outre cela, est souvent tapissé de feuilles. Les vers restent souvent longtemps à l'entrée, apparemment pour chercher la chaleur, et la disposition en forme de panier des feuilles empêcherait leur corps de se trouver en contact direct avec la terre froide et humide.

Les trous qui s'enfoncent profondément dans le sol se terminent généralement, ou du moins souvent, par une petite excavation ou chambre, où, suivant Hoffmeister, un ou plusieurs vers passent l'hiver roulés en boule. Le fond des trous est tapissé de petites pierres, avalées sans doute, et qui doivent avoir pour but d'empêcher le contact avec le sol environnant ; ce contact gênerait peut-être la respiration qui n'a lieu que par la peau.

Le ver, après avoir avalé de la terre, soit pour faire son trou, soit pour s'en nourrir, gagne bientôt la surface pour vider son corps. La terre rejetée est entièrement mélangée aux sécrétions intestinales, qui la rendent visqueuse. En séchant elle devient dure. Quand la terre est très liquide, elle est rejetée par petites saccades, et quand elle ne l'est pas autant, par un mouvement péristaltique lent. Elle n'est pas jetée indifféremment d'un côté ou de l'autre, mais avec un certain soin, d'abord d'un côté et puis de l'autre, la queue faisant presque l'office de truelle. Aussitôt qu'un petit tas est formé, le ver évite, apparemment dans l'intérêt de sa sûreté, de projeter sa queue au dehors et la matière terreuse est poussée au travers de la masse molle déjà déposée. L'orifice du même trou sert à cette fin pendant un temps considérable et les déjections, dans certains cas, forment des amas volumineux en forme de tour.

Les vers ne rejettent pas toujours leurs déjections à la surface du sol ; ils les déposent parfois dans quelque cavité, sous des pierres, ou dans leurs propres trous abandonnés, mais seulement près de la surface et dans les terrains fraîchement remués.

Distribution des vers. — Les vers de terre se rencontrent dans toutes les parties du monde et quelques genres sont répandus sur une zone immense. Ils habitent les îles les plus isolées, abondent en Islande et ont été reconnus dans les Indes occidentales, à Sainte-Hélène, à Madagascar, à la Nouvelle-Calédonie et à Taïti. On ignore absolument comment ils atteignent ces îles. Ils sont aisément tués par l'eau salée et il ne semble pas probable que des jeunes vers, ou leurs œufs, puissent être transportés dans la terre adhérant aux pattes ou au bec des oiseaux terrestres. La terre de Kerguelen, où Ray Lankester les a rencontrés, n'est d'ailleurs habitée en ce moment par aucun oiseau de terre.

Comme nous nous occupons surtout ici de la terre rejetée par les vers, j'ai réuni quelques faits sur ce sujet en ce qui concerne les contrées éloignées. Les vers rejettent des déjections en abondance aux États-Unis, dans le Venezuela, et même dans le climat sec de la Nouvelle-Galles du Sud. Au Bengale, sous un climat chaud et humide, les déjections abondent presque partout, dans les jungles comme sur les terrains ouverts. Quand l'eau se retire des rizières, toute la surface est couverte de déjections ressemblant à des tours, avec un passage au centre.

Tous les renseignements que j'ai pu me procurer à cet égard montrent que les vers exécutent un travail considérable, en amenant de la terre fine à la surface dans la plupart des contrées du monde, sinon dans toutes, et sous les climats les plus différents.

II.

QUANTITÉ DE TERRE FINE AMENÉE PAR LES VERS A LA SURFACE.

Notre but principal, en nous livrant à ces recherches, était d'apprécier la quantité de terre qui est amenée par les vers à la surface et est ensuite dispersée plus ou moins complètement par la pluie ou le vent. On peut y arriver par deux méthodes ; en mesurant la vitesse avec laquelle des objets laissés à la surface sont enterrés, et plus exactement en pesant la quantité apportée dans un temps donné.

Voici les résultats de quelques observations.

Près de Maer Hall, dans le Staffordshire, une couche d'une épaisseur moyenne de 0,22 pouce a été annuellement apportée par les vers et étendue sur la surface du champ observé.

Dans un autre champ, la couche annuelle est de 0,21 pouce. L'épaisseur de la couche varie naturellement beaucoup avec la nature du sol et les conditions plus ou moins favorables où se trouvent les vers. L'action de ceux-ci est assez puissante pour transformer absolument l'aspect des champs les plus arides. Les pierres, même d'un volume considérable, s'enfoncent peu à peu dans le sol, grâce à l'affaissement des trous pratiqués au-dessous d'elles et à l'exhaussement produit par les déjections accumulées à leurs côtés.

Hensen a calculé que dans un espace mesuré il devait exister 133 000 vers vivants par hectare, ou 53 767 par acre. Ce dernier poids de vers pèserait 356 livres en prenant un gramme pour poids moyen d'un vers. D'après le même auteur, la terre rejetée par chaque vers ne serait que d'un demi-gramme par jour. Ce chiffre me paraît beaucoup trop faible, eu égard au poids des déjections recueillies à l'orifice d'un seul trou. Ce poids va parfois jusqu'à près de 4 onces. Le docteur King a trouvé près de Nice que les déjections en forme de tour, produites en un an sur un acre, pesaient 14, 58 tonnes.

Une dame, sur l'exactitude de laquelle je puis implicitement compter, m'offrit de recueillir pendant un an toutes les déjections rejetées sur deux grands carrés séparés, près de Leith Hill Place, dans le Surrey. La quantité recueillie fut cependant quelque peu moindre que celle rejetée à l'origine par les vers, car une bonne partie de la terre la plus fine est délayée et emportée toutes les fois que des déjections sont rejetées pendant ou peu après une pluie abondante. De petites portions adhéraient aussi aux brins d'herbe voisins, et il fallait trop de temps pour détacher chacun d'eux. Sur un sol sableux, comme dans le présent exemple, les déjections sont sujettes à s'émietter après un temps sec et des particules furent souvent perdues de la sorte. La dame fut absente occasionnellement pour une semaine ou deux, et pendant ce temps les déjections doivent avoir subi une perte encore plus grande par leur exposition aux intempéries. Ces pertes furent cependant compensées jusqu'à un certain point, car on recueillit les déjections pendant quatre jours de plus que l'année sur un carré, et pendant deux sur l'autre.

Le 9 octobre 1870, un espace fut choisi sur une large terrasse couverte de gazon, qui avait été fauchée et ratissée pendant plusieurs années. Cette terrasse faisait face au sud et était ombragée par des arbres pendant une partie du jour. Elle avait été formée, un siècle au moins auparavant, par une grande accumulation de fragments de grès, petits et gros, mélangés à de la terre sableuse et tassés de niveau. Il est probable qu'elle fut d'abord protégée en se couvrant de gazon. Cette terrasse, à en juger d'après le nombre des déjections, n'était pas très favorable à l'existence des vers, en comparaison des champs voisins et d'une terrasse supérieure. Il était même surprenant qu'autant de vers qu'on en voyait pussent y vivre, car en creusant un trou dans cette terrasse, la terre végétale noire, avec le gazon, n'avait que quatre pouces d'épaisseur et reposait sur une surface unie de sol sableux légèrement coloré, avec de nombreux fragments de grès. Avant qu'aucune déjection fût recueillie, toutes celles qui existaient précédemment furent soigneusement enlevées. Le dernier enlèvement eut lieu le 14 octobre 1871. Les déjections furent alors bien séchées devant un feu : elles pesaient exactement 3 livres et demie, ce qui donnerait, pour un acre de terre semblable, 7,56 tonnes de terre sèche annuellement rejetée par les vers.

Le second carré fut marqué sur une vaine pâture non clôturée, à une hauteur d'environ 700 pieds au-dessus de la mer, située à peu distance de Leith Hill Tower. La surface était couverte d'un gazon court et fin et n'avait jamais été troublée par la main de l'homme. Le lieu choisi ne semblait pas particulièrement favorable ou défavorable aux vers ; mais j'ai souvent remarqué que les déjections sont spécialement abondantes sur les vaines pâtures, ce qui peut s'attribuer peut-être à la pauvreté du sol. La terre végétale avait ici entre trois et quatre pouces d'épaisseur. Comme cet endroit était à quelque distance de l'habitation de la dame, les déjections ne furent pas recueillies à des intervalles aussi rapprochés que celles de la terrasse et la perte de fine terre pendant les temps pluvieux doit avoir été plus grande que dans le premier cas. De plus, les déjections étaient plus sableuses et en les recueillant pendant les temps secs, elles tombaient parfois en poussière, ce qui en fit perdre beaucoup. Il est donc certain que les vers amenèrent à la surface beaucoup plus de terre qu'on n'en recueillit. La dernière levée fut faite le 27 octobre 1871, c'est-à-dire 367 jours après que le carré eut été marqué et débarrassé de toutes les déjections préexistantes. Les déjections recueillies, après avoir été bien séchées, pesaient 7,45 livres, ce qui donnerait, pour un acre de la même espèce de terrain, 16,1 tonnes de terre sèche rejetée annuellement.

Les vers vivent principalement dans le terreau superficiel qui a d'ordinaire de 4 à 10 et même 12 pouces d'épaisseur, et c'est ce terreau qui passe périodiquement par leur corps et est amené à la surface. Les vers, cependant, pénètrent parfois dans le sol à une profondeur beaucoup plus grande, et ils ramènent alors la terre de cette profondeur ; cette opération a lieu depuis des périodes d'années innombrables. La couche superficielle de terreau finirait donc par atteindre, quoique avec une lenteur de plus en plus grande, une épaisseur égale à la profondeur où pénètrent les vers, si d'autres influences opposées n'étaient à l'œuvre et n'emportaient à un niveau plus bas une partie de la terre fine amenée continuellement à la surface. Le sol s'accroît pourtant réellement, quoique à un faible degré, par l'opération des vers ; mais leur besogne principale est de séparer les particules plus fines des plus grosses, de mélanger le tout à des débris végétaux et de le saturer de leurs sécrétions intestinales.

Quand on considère l'enfouissement des petits objets et l'affaissement des grandes pierres laissées à la surface, le grand nombre de vers qui vivent dans une étendue de terrain modérée, le poids des déjections rejetées par l'orifice d'un seul trou, le poids de toutes les déjections rejetées dans un temps connu sur un espace mesuré, on ne peut douter que les vers ne jouent un rôle important dans la nature.

III.

DU RÔLE JOUÉ PAR LES VERS DANS L'ENFOUISSEMENT DES ANCIENNES CONSTRUCTIONS.

Les archéologues ignorent probablement combien ils doivent aux vers pour la conservation de beaucoup d'objets anciens. Les pièces, les ornements d'or, les instruments de pierre, etc., laissés à la surface du sol, seront infailliblement recouverts en peu d'années par les déjections des vers et seront de la sorte sûrement préservés jusqu'au moment où, à quelque époque future, la terre sera retournée. Les objets isolés ne sont pas seuls dans ce cas ; le pavement et les restes de beaucoup d'anciennes constructions, en Angleterre ont été si bien recouverts, en grande partie par l'action des vers, qu'il a fallu dans ces derniers temps différents hasards pour les découvrir.

Nous ne parlons pas ici des énormes couches de décombres, de plusieurs mètres d'épaisseur, sur lesquelles reposent beaucoup de villes, telles que Rome, Paris et Londres, et

dont les plus basses ont une grande antiquité; celles-là ne sont en aucune façon l'œuvre des vers. Si nous considérons la quantité de matière apportée chaque jour dans une grande ville pour la construction des maisons, le chauffage, le vêtement et la nourriture, et la quantité relativement faible qu'on en emportait autrefois, alors que les routes étaient mauvaises et que l'enlèvement des boues ne se faisait guère, nous serons de l'avis d'Élie de Beaumont qui disait à ce propos : « Pour une voiture de matériaux qui en sort, on y en fait entrer cent. » Nous ne pouvons négliger non plus les effets du feu, la démolition des vieux bâtiments et le transport des décombres dans l'espace libre le plus proche.

Abbaye de Beaulieu, Hampshire. — Cette abbaye fut détruite par Henri VIII et il n'en reste aujourd'hui qu'une portion du mur de la petite nef du sud. On croit que le roi fit enlever la plus grande partie des pierres pour bâtir un château; il est certain en tout cas qu'elles ont été enlevées. La position du transept fut reconnue il y a peu de temps, grâce à la découverte des fondations, et la place en est aujourd'hui marquée par des pierres plantées dans le sol. A l'endroit où s'élevait autrefois l'abbaye, s'étend aujourd'hui une surface recouverte d'un gazon serré qui ressemble sous tous les rapports au reste du champ. Le gardien, un vieillard très avancé en âge, affirme que la surface n'a jamais été nivelée de son temps. En 1853, le duc de Buccleuch fit creuser trois trous dans le gazon, à quelques mètres l'un de l'autre et à l'extrémité occidentale de la nef; l'ancien pavement en marqueterie de l'abbaye fut ainsi découvert. Ces trous furent plus tard entourés d'une maçonnerie et protégés par des trappes afin de préserver le pavement et de l'examiner au besoin rapidement. Lorsque mon fils William observa l'endroit, le 5 janvier 1872, il trouva que le pavement, dans les trois trous, se trouvait à des profondeurs de 6 3/4, 10 et 11 1/2 pouces au-dessous de la surface voisine, couverte de gazon. Le vieux gardien l'assura qu'il était souvent forcé d'enlever des déjections de vers du pavement et qu'il l'avait fait six mois auparavant. Mon fils réunit toutes celles de l'un des trous dont la surface était de 5,32 pieds carrés : elles pesaient 7,97 onces. En supposant que cette quantité se fût accumulée en six mois, l'accumulation en un an, sur un yard carré 91 cent. cub., eût été de 1,68 livre. Ce chiffre, quoique considérable, n'est que peu de chose relativement à ce qui est souvent rejeté dans les champs et les pâturages. Quand je visitai l'abbaye, le 22 juin 1877, le vieillard me dit qu'il avait nettoyé les trous environ un mois auparavant; mais une bonne quantité de déjections avait été rejetée depuis. J'ai quelque soupçon qu'il s'imaginait balayer les pavements plus souvent qu'il ne le faisait en réalité, car les conditions, sous plusieurs rapports, étaient très défavorables à l'accumulation d'une quantité, même modérée, de déjections. Les carreaux, assez larges, avaient 5 1/2 pouces carrés, et le mortier qui les réunissait était intact en beaucoup d'endroits, de sorte que les vers ne pouvaient ramener la terre du dessous qu'en certains points. Les carreaux reposaient sur un lit de ciment et les déjections consistaient, pour une bonne part (dans la proportion de 19 à 33), en particules de mortier, en grains de sable, en petits fragments de roche, de brique ou de carreaux; de telles substances ne pouvaient guère être agréables et encore moins nutritives pour les vers.

Mon fils creusa des trous en plusieurs endroits à l'intérieur des anciens murs de l'abbaye, à une distance de plusieurs yards des carrés maçonnés décrits ci-dessus. Il ne trouva pas de carreaux, bien qu'on sache qu'il en existe ailleurs, mais il arriva, dans un des trous, au béton sur lequel les carreaux avaient reposé autrefois. Le terreau fin, au-dessous du gazon, sur les parois des trous, variait en épaisseur de 2 à 2 3/4 pouces et reposait sur une couche de 8 3/4 à 11 pouces d'épaisseur, formée de fragments de mortier et de débris de pierre, avec des interstices remplis d'un terreau noir compact. Dans le champ voisin, à une distance de 20 yards de l'abbaye, la fine terre végétale avait 11 pouces d'épaisseur.

Nous pouvons conclure de ces faits qu'au moment où l'abbaye fut détruite et les pierres enlevées, une couche de décombres fut laissée sur toute la surface, et qu'aussitôt que les vers purent traverser le ciment décomposé et pénétrer entre les carreaux, ils remplirent lentement les interstices des décombres supérieurs avec leurs déjections, qui s'accumulèrent plus tard sur toute la surface avec une épaisseur de près de 3 pouces. Si nous ajoutons à cette dernière quantité le terreau qui se trouve entre les fragments de pierres, nous trouvons que 5 ou 6 pouces de terreau ont dû être apportés de dessous le béton et les carreaux. Ceux-ci se sont donc affaissés à peu près de cette quantité. La base des colonnes des bas-côtés est aujourd'hui enterrée sous le gazon et le terreau. Il n'est pas probable qu'elles aient été minées par les vers, car leurs fondements ont sans doute été posés à une profondeur considérable. Si elles ne se sont pas affaissées, les pierres dont les colonnes étaient construites ont dû être enlevées à un niveau plus bas que l'ancien pavement.

Beaucoup d'observations minutieuses et prolongées m'ont convaincu que les vers ont joué un rôle considérable dans le recouvrement et la disparition des anciennes constructions romaines ou autres en Angleterre, mais il n'y a pas de doute que la dénudation du sol sur les terres voisines plus élevées et le dépôt de poussière n'aient également aidé largement l'œuvre du recouvrement. La poussière a pu s'accumuler partout où d'anciens murs renversés s'élevaient un peu au-dessus de la surface alors existante et fournissaient ainsi quelque abri. Le pavement des salles, des halls et des corridors anciens s'est généralement affaissé, en partie à cause du tassement du sol, mais principalement à cause du travail souterrain des vers, et l'affaissement a communément été plus grand au milieu que près des murs. Les murs eux-mêmes, chaque fois que leurs fondements ne se trouvent pas à une grande profondeur, ont été pénétrés et minés par les vers et se sont affaissés en conséquence. L'affaissement inégal ainsi causé explique probablement les grandes fissures qu'on peut voir dans beaucoup de murs anciens, aussi bien que leur inclinaison sur la perpendiculaire.

IV.

L'ACTION DES VERS DANS LA DÉNUDATION DE LA TERRE.

Personne ne doute qu'autrefois notre monde fut composé de roches cristallines et que c'est à leur désintégration sous l'action de l'air, de l'eau, des changements de température, des cours d'eau, des vagues de la mer, des tremblements de terre et des éruptions volcaniques que nous devons nos formations sédimentaires; celles-ci, solidifiées et parfois recristallisées, ont souvent été de nouveau désintégrées. On entend par dénudation le transport de cette matière désintégrée à un niveau inférieur.

Dans toutes les contrées humides, même modérément, les vers aident l'œuvre de la dénudation de plusieurs manières. La terre végétale a tout entière passé plusieurs fois par leur corps. Cette terre ne diffère du sous-sol que par sa couleur foncée et l'absence de fragments de pierre — quand ceux-ci sont présents dans le sous-sol — plus gros que ceux qui peuvent passer par le canal alimentaire d'un ver. La couleur foncée du terrain est due évidemment à la présence de matières organiques décomposées, quoiqu'en faible proportion cependant; dans les pâturages les plus anciens il n'y a pas grand excès de cette matière, malgré la décomposition continue des racines et des tiges souterraines et l'addition éventuelle de fumier. Sa disparition est due sans doute en grande partie à ses élévations répétées à la surface dans les déjections des vers.

Les vers, d'un autre côté, ajoutent largement à la matière organique du sol par le nombre étonnant de feuilles à demi décomposées qu'ils tirent dans leurs trous, à une profondeur de deux à trois pouces. Cette opération donne à la terre végétale sa couleur foncée uniforme.

Les différents acides de l'humus, qui semblent, comme nous l'avons vu, être engendrés dans le corps des vers pendant l'opération de la digestion, et leurs sels acides, jouent un rôle important dans la désintégration des différentes espèces de roches. La combinaison d'un acide et d'une base est beaucoup facilitée par l'agitation; cette condition est parfaitement réalisée pour les particules de pierre et de terre dans les intestins des vers, pendant la déjection, et il faut se rappeler que la masse entière du terreau d'un champ passe en peu d'années par leurs canaux alimentaires. La matière désintégrée vient ainsi s'ajouter sans cesse au sol déjà formé.

Comme les vers tapissent leurs trous avec leurs déjections et que ces trous pénètrent à une profondeur qui dépasse parfois 6 pieds, une petite quantité des acides de l'humus agira sur les roches sous-jacentes. L'épaisseur du sol tend ainsi, lentement, mais continuellement, à s'accroître; mais à un moment donné l'accumulation même arrête la désintégration des roches. En effet, les acides de l'humus sont surtout engendrés dans la couche supérieure de terre végétale et comme ils sont très instables, ils sont sujets à se décomposer avant d'atteindre une grande profondeur. De plus, une couche épaisse de sol empêche l'action du froid et le libre accès de l'air.

Non seulement les vers aident indirectement à la décomposition chimique des roches, mais il y a de bonnes raisons de croire qu'ils agissent de même d'une manière directe et mécanique sur les particules plus petites, qui subissent dans le gésier une trituration et une usure grâce auxquelles elles se réduisent en poudre fine. Cette trituration est plus importante au point de vue géologique qu'il ne le semble au premier abord, car M. Sorby a clairement montré que les moyens ordinaires de désintégration, c'est-à-dire l'eau courante et les vagues de la mer, agissent avec d'autant moins de force sur les fragments de roche que ceux-ci sont plus petits. N'oublions pas non plus, en considérant la force que les vers exercent en triturant les particules de roches, qu'il est suffisamment prouvé que sur chaque acre de terre suffisamment humide, et pas trop sableuse ou rocheuse pour que les vers puissent s'y établir, un poids de plus de dix tonnes de terre passe annuellement par leur corps et est apporté à la surface. Le résultat, pour un pays de la grandeur de la Grande-Bretagne et pour une période modérément longue dans le sens géologique, telle qu'un million d'années, ne peut être insignifiant. Les dix tonnes de terre doivent être multipliées d'abord par le nombre d'années ci-dessus, et puis par le nombre d'acres abondamment fournis de vers. En Angleterre et en Écosse, la terre cultivée et favorable à leur existence a été estimée au delà de 32 millions d'acres. Le produit est de 320 millions de tonnes de terre.

En étudiant la dénudation aérienne, il m'a longtemps semblé, comme aux autres, qu'une surface de niveau, ou très légèrement inclinée, couverte de gazon, ne pouvait subir aucune perte, même pendant un long laps de temps. L'action des vers cependant rend la chose possible. Les déjections nombreuses rejetées pendant la pluie ou peu de temps avant une pluie abondante, parcourent une courte distance sur une surface inclinée. De plus, une grande partie de la terre, finement pulvérisée, se délaye complètement. Pendant un temps sec, les déjections se divisent en petites boules qui roulent souvent par leur poids le long des pentes. Cela doit surtout arriver quand elles sont poussées par le vent ou heurtées par un animal, si petit qu'il soit. Un vent fort chasse d'ailleurs toutes les déjections devant lui, même sur un champ de niveau, pendant qu'elles sont molles; il en est de même pour les boulettes quand elles sont sèches. Si le vent souffle dans la direction d'une surface inclinée, la descente des déjections est beaucoup aidée.

Les déjections, quand elles viennent d'être rejetées, sont visqueuses et molles; pendant la pluie, au moment où les vers semblent les rejeter de préférence, elles sont encore plus molles, ce qui m'a fait penser quelquefois que les vers devaient alors avaler beaucoup d'eau. Quoi qu'il en soit, la pluie, même quand elle n'est pas très forte, rend, si elle dure longtemps, les déjections récentes à demi fluides; sur un terrain de niveau, elles s'étendent alors en disques minces, circulaires et plats, exactement comme le ferait du miel ou du mortier très mou, en perdant toute trace de leur structure vermiforme.

Mon fils Georges a recherché la quantité de terre rejetée

qui coulait annuellement sur une pente moyenne de 9° 26; Il a trouvé que le tiers de la quantité totale amenée à la surface descendait d'un pouce le long de la pente. En rapprochant cette donnée du poids de terre amené à la surface, on trouve que sept livres parcourent annuellement une ligne de cent yards de longueur sur une pente ayant l'inclinaison ci-dessus. Cette quantité est faible, mais nous devons songer que de nombreuses vallées découpent la plupart des pays, et que de la terre descend nécessairement le long de leurs versants. Pour chaque cent yards de longueur de vallée avec la pente indiquée plus haut, 480 pouces cubiques de terre humide, pesant au delà de 23 livres, atteindront annuellement le fond où s'accumulera dans le cours des siècles un lit épais d'alluvion.

V.

CONCLUSION.

Les vers ont joué dans l'histoire du monde un rôle plus important que ne le supposent au premier abord la plupart des gens. Dans presque tous les pays humides, ils sont extraordinairement nombreux et possèdent, eu égard à leur grosseur, une grande force musculaire. Dans plusieurs parties de l'Angleterre, un poids de plus de dix tonnes (10 516 kilogrammes) de terre sèche passe annuellement par leur corps et est amené à la surface sur chaque acre de terre, de sorte que toute la couche superficielle de terre végétale passe par leur corps dans le cours de peu d'années. Grâce à l'affaissement des anciens trous, le terreau exécute un mouvement lent, mais constant, et les particules qui le composent sont ainsi frottées l'une contre l'autre. Par ces moyens, de nouvelles surfaces sont continuellement exposées à l'action de l'acide carbonique dans le sol et des acides de l'humus qui semblent agir plus énergiquement encore dans la décomposition des roches. La production des acides de l'humus est probablement activée pendant la digestion des nombreuses feuilles à demi décomposées que consomment les vers. Ainsi les particules de terre, formant le terreau superficiel, sont soumises à des conditions éminemment favorables à leur décomposition et à leur désintégration. De plus, les particules des roches plus tendres éprouvent un certain degré de trituration mécanique dans le gésier musculeux des vers, dans lequel de petites pierres agissent à la façon des meules.

Les déjections finement pulvérisées, quand elles sont amenées à la surface dans un état d'humidité, s'écoulent, par les temps pluvieux, le long de toutes les pentes modérées; les particules plus petites sont entraînées très loin par les eaux même, sur une surface doucement inclinée. Les déjections, quand elles sont sèches, s'émiettent souvent en petits grains arrondis qui peuvent rouler le long de toutes les surfaces en pente.

Lorsque le terrain est tout à fait de niveau et couvert d'herbages, lorsque le climat est humide et que le vent ne peut soulever que peu de poussière, il semble à première vue impossible qu'il puisse y avoir aucune dénudation aérienne. Cependant les déjections de vers sont emportées dans une direction uniforme, surtout quand elles sont humides et visqueuses, par les vents dominants qui sont accompagnés de pluie. Ces différentes causes s'opposent à ce que le terreau superficiel s'accumule sur une grande épaisseur, et une couche épaisse de terreau arrête de plusieurs façon la désintégration des roches et des fragments de roches sous-jacentes.

Le transport des déjections de vers, par les moyens ci-dessus, conduit à des résultats qui sont loin d'être insignifiants. On a vu qu'en beaucoup d'endroits, une couche de terre, de 0,2 pouces d'épaisseur, est amenée annuellement, par acre, à la surface; et si une petite portion de cette couche coule, roule, est charriée, même à courte distance, sur toutes les surfaces inclinées, ou qu'elle subisse à beaucoup de reprises l'action du vent dans une même direction, l'effet dans le cours des âges en sera considérable. On a trouvé, par des mesures et le calcul, que, sur une surface possédant une inclinaison moyenne de 9° 26′, 2,4 pouces cubiques de terre rejetée par les vers parcouraient une ligne horizontale d'un yard de longueur; de sorte que 240 pouces cubiques parcourent une ligne de 100 yards. Cette dernière masse, à l'état humide, pèserait 11 livres 1/2. De cette manière un poids considérable de terre descend continuellement le long des deux versants de chaque vallée et finira par en atteindre le fond. Finalement cette terre sera transportée par les cours d'eau des vallées dans l'Océan, le grand réceptacle de toute la matière provenant de la dénudation de la terre. On sait, par la quantité de sédiment déversée annuellement dans la mer par le Mississipi, que son énorme surface d'asséchement doit s'abaisser, en moyenne, de 0,00263 pouce par an, et cela suffirait pour qu'en quatre millions et demi d'années, toute la surface d'asséchement s'abaissât au niveau de la mer. Ainsi donc, si une faible fraction de la couche de terre fine, de 0,2 pouces d'épaisseur, que les vers amènent annuellement à la surface, est emportée au loin, il doit nécessairement en résulter de grands effets pendant une période qu'aucun géologue ne considère comme extrêmement longue.

Les archéologues doivent de la reconnaissance aux vers, qui protègent et conservent, pendant une période indéfiniment longue, tous les objets non susceptibles de se décomposer qui tombent à la surface de la terre, en les enterrant sous leurs déjections. C'est également de cette façon que beaucoup d'élégants pavements en mosaïque et d'autres restes anciens ont été préservés, quoique sans doute, dans ces différents cas, les vers aient été largement aidés par la terre apportée des champs voisins, spécialement des champs cultivés, par le vent ou l'eau. Les anciens pavements de mosaïque ont, cependant, souvent souffert d'un affaissement inégal, dû au travail souterrain inégal des vers. Les anciens murs massifs eux-mêmes peuvent être minés et s'affaisser; aucune construction n'est à l'abri sous ce rapport, si les fondations ne se trouvent à six ou sept pieds de la surface, c'est-à-dire à une profondeur où les vers ne peuvent travailler. Il est probable que beaucoup de monolithes et cer-

tains murs anciens se sont renversés parce qu'ils étaient minés par les vers.

Les vers préparent le sol d'une excellente manière pour la croissance des plantes à racines fibreuses et les semis de toute espèce. Ils exposent périodiquement le terreau à l'air et le tamisent de telle sorte qu'il ne peut y rester de pierres plus grosses que celles qu'ils peuvent avaler. Ils mêlent le tout intimement, comme un jardinier qui prépare un sol fin pour ses plantes de choix. Ainsi travaillé, il est propre à retenir l'humidité et à absorber toutes les substances solubles, aussi bien qu'à l'opération de la nitrification. Les ossements d'animaux, les parties dures des insectes, les coquilles des mollusques terrestres, les feuilles, les brindilles, etc., sont tous enterrés en peu de temps sous les déjections accumulées des vers, et sont ainsi amenés, dans un état de décomposition plus ou moins avancé, à portée des racines des plantes. Les vers tirent également dans leurs trous un nombre infini de feuilles mortes et d'autres débris de plantes, en partie pour boucher les trous, en partie comme nourriture.

Les feuilles qui servent à ce dernier usage, après avoir été déchirées en petits fragments, partiellement digérées et saturées avec les sécrétions intestinales et urinaires, sont mélangées à une grande quantité de terre. Cette terre forme l'humus riche et de couleur foncée que recouvre presque partout la surface de la terre d'une couche ou couverture assez bien marquée. Von Hensen plaça deux vers dans un vase de 18 pouces de diamètre, rempli de sable sur lequel on étendit des feuilles sèches; celles-ci furent bientôt entraînées dans les trous jusqu'à une profondeur de 3 pouces. Après six semaines environ, une couche presque uniforme de sable d'un centimètre d'épaisseur, fut convertie en humus après avoir passé par les canaux alimentaires de ces deux vers. Quelques personnes croient que les trous de vers, qui pénètrent presque perpendiculairement le sol jusqu'à une profondeur de 5 ou 6 pieds, aident essentiellement à le drainer; il ne faut pas oublier toutefois que les déjections visqueuses entassées sur l'orifice des trous empêchent en tout ou en partie l'introduction directe de l'eau de pluie dans ces trous. Ils laissent l'air pénétrer profondément dans le sol. Ils facilitent aussi beaucoup la pénétration des racines de grosseur modérée qui se nourrissent avec l'humus dont les trous sont revêtus. Beaucoup de graines doivent leur germination aux déjections qui les ont recouvertes; d'autres, enterrées à une profondeur considérable sous les déjections accumulées, s'y endorment jusqu'au moment où, découvertes par accident, elles se mettent à germer.

Les vers sont pauvrement pourvus d'organes des sens, car on ne peut dire qu'ils voient; tout au plus peuvent-ils distinguer entre l'ombre et la lumière; ils sont complètement sourds et n'ont qu'un odorat très faible; le sens du toucher seul est bien développé. Ils ne peuvent donc apprendre que peu de choses du monde extérieur et il est surprenant qu'ils déploient quelque habileté en tapissant leurs trous de leurs déjections et de feuilles, et, dans le cas de quelques espèces, en élevant avec leurs déjections des constructions en forme de tours. Il est beaucoup plus surprenant encore qu'ils montrent apparemment un certain degré d'intelligence, au lieu d'une impulsion purement aveugle et instinctive, dans leur manière de boucher l'orifice de leurs trous. Ils agissent à peu près de la même façon qu'un homme qui aurait à fermer un tube cylindrique avec différentes espèces de feuilles, des pétioles, des triangles de papier, etc., car ils saisissent communément ces objets par leurs extrémités pointues. Pour les objets minces, cependant, un certain nombre sont tirés par leur bout le plus large. Ils n'agissent pas d'une même manière invariable dans tous les cas, comme le font la plupart des animaux inférieurs; ainsi ils ne tirent pas les feuilles par leur queue, à moins que la base du limbe ne soit aussi étroite ou plus étroite que le sommet.

Quand nous jetons les yeux sur un large espace couvert de gazon, nous devons nous rappeler que l'égalité de sa surface, dont sa beauté dépend en grande partie, est due surtout à ce que toutes ses inégalités ont été lentement nivelées par les vers. Il est merveilleux de penser que toute la terre superficielle qui recouvre cet espace a passé et passera de nouveau, dans le cours de peu d'années, par le corps des vers. La charrue est une des plus anciennes et des plus précieuses inventions de l'homme; mais longtemps avant qu'elle existât, la terre, en fait, était régulièrement labourée et elle continue à l'être par les vers. On peut douter qu'il y ait beaucoup d'autres animaux qui aient joué, dans l'histoire du monde, un rôle aussi important que ces créatures d'organisation inférieure. Quelques autres animaux cependant, d'organisation plus basse encore, ont accompli un travail beaucoup plus remarquable en construisant des récifs et des îles innombrables au sein des vastes océans; mais leur travail est presque confiné dans la zone tropicale.

CHARLES DARWIN.

(Traduit et résumé par HENRY GRAVEZ.)

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

Les matières explosives (1).

II.

DURÉE DES RÉACTIONS EXPLOSIVES.

§ 1. — *Origine des réactions.*

Il s'agit maintenant de définir la transformation chimique de la matière explosive, au double point de vue de son origine et de sa vitesse.

1. — Parlons d'abord de l'origine, c'est-à-dire des conditions qui déterminent le commencement de la réaction. Celle-

(1) Voy. la *Revue scientifique* du 2e semestre 1881, p. 769.

ci, une fois provoquée, continue d'ailleurs d'elle-même, en se propageant soit par simple inflammation progressive, soit par détonation presque instantanée.

Jusqu'ici, les artilleurs ont exprimé cette origine par le mot *mise de feu,* lequel implique un premier échauffement local ; mais l'étude des matières explosives montre que l'origine de la réaction peut résulter aussi, soit d'un choc, soit d'une pression, soit d'une friction, soit de quelque autre influence mécanique analogue.

En principe, je pense que l'on doit rapporter toute réaction explosive à un premier échauffement, qui se propage de proche en proche, en portant successivement toutes les parties de la matière à la température de la décomposition. Le choc, la pression, la friction, les actions mécaniques ne sont efficaces qu'à la condition de déterminer ce premier échauffement, suivant des mécanismes divers d'ailleurs, et sur lesquels nous reviendrons dans les paragraphes suivants.

2. — Ceci étant supposé acquis, la décomposition d'une même matière peut avoir lieu à des températures très inégales, mais avec des vitesses qui ne le sont pas moins, une matière décomposable lentement à une certaine température pouvant subsister à des températures beaucoup plus hautes, quoique pendant un temps de plus en plus court. J'ai développé ailleurs toute cette théorie (*Essai de mécanique chimique,* t. II, p. 58 et suiv.), et je la rappelle seulement pour bien préciser les idées. Elle joue un rôle très important dans l'explication du mode de formation des composés secondaires produits dans l'explosion de la poudre, plusieurs de ces composés prenant naissance tout d'abord à des températures qui les détruiraient peu à peu, si elles étaient maintenues pendant un temps suffisant ; mais la brusquerie du refroidissement soustrait les composés, tels que le formène, l'ammoniaque, l'acide azotique, à la destruction qu'ils ne tarderaient pas à éprouver, parce qu'elle les ramène aux températures auxquelles ils sont définitivement stables.

3. — C'est ici le lieu de dire quelques mots sur la *sensibilité des matières explosibles.* Cette sensibilité dépend à la fois des conditions de l'échauffement et du mode de propagation des réactions. Elle varie suivant les conditions. Telle matière est sensible à la moindre élévation de température; telle autre au choc proprement dit; telle autre détone par la moindre friction. L'oxalate d'argent détone vers 130°; le sulfure d'azote vers 207°; le fulminate de mercure à une température voisine, soit vers 190°; et cependant le fulminate est bien plus sensible au choc et à la friction que le sulfure d'azote et l'oxalate d'argent. Il existe ainsi des propriétés spéciales, dépendant de la structure individuelle de chaque substance, particulièrement pour les solides. Mais il existe aussi des conditions générales, qu'il est utile de préciser maintenant.

4. — La sensibilité est d'autant plus grande pour une même matière que l'on opère à une température initiale plus élevée, c'est-à-dire à une température plus voisine de celle à laquelle le corps commence à se décomposer spontanément.

A fortiori, la sensibilité sera-t-elle rendue plus grande encore si l'on dépasse cette limite, c'est-à-dire si l'on se trouve dans des conditions où une décomposition lente peut être transformée par le moindre échauffement en une décomposition rapide. Une substance prise au voisinage de cette limite peut être dite à l'état de *tension chimique,* expression employée parfois à tort pour des corps stables, ou pour des mélanges qui n'ont aucune tendance habituelle à entrer en réaction spontanée.

Citons un exemple. Le *celluloïde,* corps qui ne détone pas sous le marteau à la température ordinaire, acquiert la propriété de détoner lorsqu'on l'échauffe jusque vers son point de ramollissement, c'est-à-dire jusque vers 160 à 180°, point qui est voisin de la température de décomposition de la substance.

5. — Lorsqu'on compare deux matières explosives différentes, qui se décomposent à une même température et avec des vitesses analogues, leur sensibilité relative au choc et à la friction, à une température plus basse, dépend tout d'abord de la quantité de matière sur laquelle se répartit le travail du choc, c'est-à-dire qu'elle dépend de la cohésion de la substance, laquelle règle la transformation de la force vive du choc en chaleur.

La cohésion intervient également lors d'une inflammation directe, une même quantité de chaleur, produite par la combustion des premières portions, pouvant élever jusqu'au degré de décomposition la température d'une petite quantité de matière à laquelle elle est exclusivement appliquée; tandis que si elle se répartit dans une masse plus grande, la température de celle-ci ne s'élèvera pas jusqu'au degré voulu.

6. — La masse échauffée demeurant la même, et les matières étant différentes, la sensibilité dépend de la température de décomposition, celle-ci étant plus basse par exemple pour le chlorate de potasse que pour l'azotate, la poudre du chlorate sera plus sensible de ce chef.

7. — La sensibilité dépend encore de la quantité de chaleur dégagée par la décomposition, c'est-à-dire que la sensibilité sera plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, si la réaction dégage plus de chaleur.

8. — Une même quantité de chaleur produira des effets différents en agissant sur un même poids de matière, suivant la chaleur spécifique de celle-ci. Par exemple, le chlorate de potasse, dont la chaleur spécifique est 0,209, substitué à poids égal au nitrate de potasse, dont la chaleur spécifique est 0,239, dans la composition d'un mélange explosif, devra fournir une poudre plus sensible que le nitrate. Cette condition concourt avec la température plus basse de la décomposition et avec l'absence de cohésion dans les poudres chloratées pour les rendre éminemment dangereuses.

§ 2. — *Vitesse moléculaire des réactions.*

1. — La transformation chimique dans une masse qui détone se propage avec une certaine vitesse, dont la connaissance est capitale, pour la théorie comme pour les applications. En effet, la vitesse avec laquelle les gaz se dégagent

en dépend, et par conséquent la vitesse communiquée aux projectiles dans les armes ; comme aussi les effets produits dans les mines, aux dépens des roches que l'on veut abattre, ou des obstacles que le génie se propose de faire disparaître. Or la chaleur dégagée par une réaction donnée peut être employée presque entièrement à échauffer les gaz et à en accroître la pression, si la réaction est très rapide ; tandis qu'elle se dissipe sans fruit par rayonnement ou par conductibilité si la réaction est ralentie.

Une quantité donnée de matière explosive pourra ainsi broyer sur place les portions de roche avec lesquelles elle est en contact, son énergie étant consommée dans un travail presque stérile (au point de vue industriel) lors d'une décomposition instantanée.

Si le développement des gaz est moins subit, tout en demeurant extrêmement rapide, la même quantité d'explosif pourra au contraire disloquer la roche, en y développant des fissures étendues et en écartant brusquement les portions de roche les plus voisines : ce qui est le résultat poursuivi par les mineurs.

Elle pourra encore produire des déplacements élastiques et une commotion ondulatoire du sol, sans grande destruction locale, si les pressions développées se sont exercées assez lentement pour que la roche ait eu le temps de se déplacer en masse, auquel cas la matière explosive se trouvera n'avoir produit presque aucun effet utile.

Cette question de la vitesse des réactions joue un rôle essentiel dans toutes les études relatives aux matières explosives : c'est ce qui m'engage à réunir ici les principales expériences et considérations auxquelles elle a donné lieu.

2. — La vitesse d'une réaction doit être envisagée d'une manière différente, s'il s'agit d'un système homogène et spécialement d'un système gazeux soumis à des conditions de pression et de température identiques dans toutes ses parties ;

Ou bien si le système est soumis en un point à une élévation de température ou à un choc susceptible d'y déterminer une explosion, qui se propage ensuite de proche en proche.

Il convient d'examiner d'abord le premier cas, qui sert de fondement à toute la théorie.

3. — Soit donc un certain corps, ou un certain mélange, susceptible d'éprouver une transformation chimique lorsque la masse entière est placée dans les mêmes conditions de température, de pression ou de mouvement vibratoire, etc. ; il semble que la réaction doive se développer instantanément dans toutes les parties à la fois ; les explosions subites du chlorure d'azote et de la nitroglycérine pourraient, à première vue, paraître favorables à cette conception. Cependant une observation plus approfondie prouve que les réactions moléculaires réclament en général un certain temps pour s'accomplir, même lorsqu'elles dégagent de la chaleur.

Telle est, par exemple, la décomposition de l'acide formique en hydrogène et acide carbonique, laquelle donne lieu à des expériences faciles à suivre, à cause de la lenteur avec laquelle cette décomposition s'effectue. Opérée dans un vase fermé et maintenu à la température fixe de 260°, elle exige un grand nombre d'heures. Et cependant cette réaction dégage 5,8 calories par équivalent d'acide formique, c'est-à-dire 126 calories par gramme (1).

4. — Voici d'autres exemples de réactions qui dégagent une grande quantité de chaleur, sans être pourtant instantanées. Ainsi, l'acétylène, changé en benzine vers le rouge sombre par une réaction lente, dégage, sous le même volume, une fois et demie autant de chaleur qu'un mélange tonnant, formé d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions de l'eau : soit 85,5 calories, pour 33,6 litres d'acétylène (réduits à 0° et $0^{m},760$), au lieu de 59,0 calories produites par la formation de l'eau gazeuse au moyen du même volume de gaz tonnant. C'est le quadruple environ de la chaleur dégagée par la poudre au chlorate sous le même poids : soit 2192 calories pour un gramme d'acétylène transformé, au lieu de 590,6 calories pour 1 gramme de poudre au chlorate de potasse.

Le cyanogène dégage trois fois autant de chaleur (1435 calories pour 1 gramme) que la poudre au chlorate sous le même poids ; ou bien encore le double de la chaleur dégagée par un mélange tonnant, formé de gaz oxyhydrique sous un même volume, tel que 33,6 litres : 112 calories, au lieu de 59, lorsque ledit cyanogène est décomposé en carbone et azote par l'étincelle électrique. Quoique le carbone commence aussitôt à se précipiter, cependant le cyanogène ne détone point sous l'influence de l'étincelle, ce qui est une preuve de la lenteur de la réaction ainsi déterminée. Dans d'autres conditions cependant, le cyanogène et l'acétylène peuvent se décomposer avec détonation dans leurs éléments ; mais ce n'est ni par un simple échauffement, ni par l'action de l'étincelle électrique.

Je pourrais multiplier ces faits (2), qui comprennent les corps explosifs proprement dits eux-mêmes, lorsqu'on les maintient à une température un peu inférieure à celle qui détermine l'explosion. L'oxalate d'argent, par exemple, se décompose lentement à 100°, tandis qu'il détone vivement à une température un peu plus élevée.

5. — Bref, toute réaction moléculaire, opérée par simple échauffement à une température constante, au sein d'un corps homogène et soumis à des conditions qui semblent identiques pour toutes ses parties, est affectée d'un coefficient caractérisque relatif à la durée. Ce coefficient dépend de la température, de la pression, des proportions relatives ; il joue un rôle essentiel dans l'étude des propriétés inégalement brisantes des composés explosifs.

6. — Poussons jusqu'au bout cette explication. La durée plus ou moins grande d'une réaction ne change point la quantité de chaleur dégagée par la transformation totale d'un poids donné de matière explosive. Mais si les gaz formés se détendent à mesure, par suite du changement de la capacité que la fuite du projectile agrandit, ou bien encore par suite du refroidissement dû au contact des parois ; dans ces

(1) *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 17.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XVIII, p. 142.

circonstances, dis-je, les pressions initiales seront d'autant moindres que la transformation d'un poids donné de matière explosive durera plus longtemps.

Au contraire, lorsqu'une transformation très rapide de toute la masse, au sein d'un vase fermé, jointe à l'absence des phénomènes de dissociation, permet aux pressions initiales d'atteindre l'immensité de leurs limites théoriques, ou d'en approcher, il sera difficile de construire des vases dont la résistance puisse contenir les gaz de l'explosion.

7. — Les choses se passeront ainsi, non seulement pour un corps explosif placé dans une capacité fixe et résistante, mais pour un tel corps placé dans une mince enveloppe, ou sous une couche d'eau, ou même à l'air libre. En effet, quand la durée des réactions décroît outre mesure, les gaz dégagés développent des pressions qui augmentent avec une extrême rapidité ; si rapidement même que les corps environnants, solides, liquides ou même gazeux, n'ont pas le temps de se mettre en mouvement pour y obéir graduellement; ces corps opposent alors à la détente des gaz des résistances comparables à celle d'une paroi fixe. On sait qu'il suffit d'une pellicule d'eau à la surface du chlorure d'azote pour donner lieu à de tels effets. Plus la durée de la réaction approche d'être instantanée, plus la pression initiale, même dans un vase ouvert, devient voisine de la pression théorique, celle-ci étant calculée pour le cas d'une décomposition opérée dans une capacité constante, entièrement remplie par la matière explosive. C'est ainsi que l'on peut rendre compte des effets extraordinaires de destruction produits par le fulminate de mercure, la nitroglycérine ou la poudre-coton comprimée.

8. — *En général, toute réaction qui dégage de la chaleur est susceptible de donner lieu à des phénomènes explosifs, si elle donne naissance à des produits gazeux,* et cela pour plusieurs raisons. En effet :

1° La *vitesse des réactions dans un système homogène,* toutes choses égales d'ailleurs, *croît avec la température* (1) ; elle croît même suivant une loi très rapide, comme le montrent mes expériences sur les éthers (2); la vitesse étant alors représentée par une fonction exponentielle de la température, fonction dont la valeur numérique, dans la formation de l'acide acétique, est 22 000 fois aussi considérable vers 200° qu'au voisinage de 7°.

2° *La température du système croît, au moins jusqu'à une certaine limite, par l'effet même de la réaction.*

Soit un système susceptible de dégager de la chaleur, par suite de sa transformation chimique, si ce système est renfermé dans une enceinte à laquelle il ne puisse ni céder ni prendre aucune dose de chaleur, la température du système s'élèvera sans cesse, cela jusqu'à une limite définie par le chiffre que l'on obtient en divisant la chaleur dégagée par la chaleur spécifique du système. En outre, la vitesse avec laquelle ce système tend vers cette limite va croissant à mesure que l'élévation de température déjà produite par la réaction même est plus considérable.

(1) *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 64.

(2) *Ibid.*, p. 93.

Dans un système gazeux, renfermé dans une enceinte fixe, l'accélération deviendra même plus grande encore, du moins au commencement, et cela en raison de l'influence de la pression, laquelle augmente nécessairement par le fait de l'élévation de la température. En effet, j'ai établi que, toutes choses égales d'ailleurs et en opérant à température fixe, les réactions s'effectuent plus vite dans les milieux liquides que dans les milieux gazeux ; dans les milieux gazeux mêmes, en particulier, les réactions sont d'autant plus rapides que la pression est plus considérable (1). En un mot :

3° *La vitesse des réactions dans un système homogène croît avec la condensation de la matière,* ou plus simplement *avec la pression dans les systèmes gazeux* (2).

Ainsi, dans une enceinte supposée imperméable à la chaleur, la vitesse élémentaire des réactions ira sans cesse croissant, par ce double motif que la température s'y élève continuellement et que la pression des gaz augmente sans cesse. Cependant l'influence de la pression sera plus sensible aux débuts qu'à la fin de l'expérience, attendu que la partie non combinée diminue sans cesse et qu'il arrive un moment où la tension propre de cette partie, envisagée indépendamment du reste, cesse d'aller en croissant par suite de l'échauffement; elle tend même, dès lors, à diminuer jusqu'à devenir nulle.

9. — *La vitesse des réactions dans un système homogène dépend des proportions relatives des composants.* — En opérant à *température constante,* la combinaison est d'ordinaire accélérée par la présence d'un excès de l'un ou de l'autre des composants.

A température constante, la réaction est ralentie, au contraire, par la présence d'une matière inerte, laquelle agit en diminuant l'état de condensation de la matière.

A température variable, les réactions sont ralenties *à fortiori* par la présence d'un corps inerte, tel que l'azote de l'air ou la silice de la dynamite ordinaire, ce corps absorbant de la chaleur et abaissant la température du système, sans exercer aucune influence propre pour l'accélérer par sa présence.

A température variable, la réaction est d'ordinaire plus lente en présence d'un excès de l'un des composants, que si l'on opère à équivalents égaux, la nécessité d'échauffer cet excès compensant et au delà son influence accélératrice.

Il est clair que si la proportion de la matière inerte est telle que la température du système ne puisse pas s'élever au degré nécessaire pour que la combinaison continue d'elle-même, la réaction cessera d'être explosive, et même de se propager.

C'est ainsi que l'on peut changer le caractère d'une matière explosive par son mélange avec un corps inerte. Citons des faits caractéristiques. La dynamite à 75 pour 100 est moins

(1) *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 94.

(2) Pour les systèmes liquides ou solides, la pression, au contraire, exerce peu d'influence, d'après mes expériences : ce qui s'explique, parce qu'elle modifie à peine l'état de condensation de la matière.

brisante que la nitroglycérine pure. Cependant une telle dynamite ne peut être employée au chargement des obus, ceux-ci faisant explosion dans l'âme des bouches à feu, sous l'influence du choc initial de la poudre. La dynamite à 50 ou 60 centièmes peut, au contraire, être employée dans les projectiles creux, ceux-ci étant susceptibles d'être lancés par les canons sans accident.

Ce n'est pas tout. Avec la dynamite à 60 centièmes, le projectile peut faire explosion au point d'arrivée, même sans amorce spéciale, s'il est arrêté par un corps très résistant, tel qu'une plaque de blindage; l'élévation de température qui résulte de cet arrêt brusque suffit pour déterminer l'explosion. Mais si l'on abaisse la dose de nitroglycérine à 30 ou 40 centièmes, l'obus chargé d'une telle dynamite exige l'emploi d'une fusée percutante pour faire explosion, au même titre que la poudre noire. Il est vrai qu'une telle dynamite ne présente plus guère d'avantages sur la poudre ordinaire.

C'est une remarque essentielle que la vitesse d'inflammation d'une matière explosive se ralentit extrêmement, lorsqu'on approche des proportions du mélange avec un corps inerte, qui répondent aux limites d'inflammabilité. Par suite, vers ces limites, l'inflammation devient incertaine et le caractère explosif du phénomène cesse d'être manifeste.

10. — Ces relations générales étant établies pour un système tel, que toute la chaleur qu'il dégage soit employée à en élever la température; venons au cas réel, celui où le système cède une portion de sa chaleur aux corps environnants, par rayonnement ou conductibilité : la vitesse élémentaire des réactions et la masse des matières employées jouent ici un rôle essentiel. En effet, toutes les fois que la vitesse des réactions ne sera pas notable, une partie de la chaleur produite se dissipera à mesure, et l'élévation de température atteindra bientôt une certaine limite. Cette limite sera celle où la perte de chaleur produite par les actions extérieures est égale au gain de chaleur dû aux réactions internes du système; dans ce cas, la réaction se fera avec une certaine vitesse, constante ou à peu près, sans pourtant devenir explosive. Tel est le cas d'une matière fusante.

Tel est aussi, dans un ordre généralement plus lent, le cas d'une matière explosive qui se décompose spontanément.

Mais si l'on accroît la masse sur laquelle on opère, en la supposant contenue dans une capacité fixe, la dose de chaleur perdue par rayonnement ou conductibilité à une température donnée du système variera peu; la dose totale de chaleur produite à l'intérieur sera donc augmentée.

Ainsi la température du système devra être plus élevée, soit qu'elle tende vers une nouvelle limite, supérieure à la précédente, soit que son accroissement devienne de plus en plus rapide et finalement explosif, en raison de l'accroissement corrélatif des pressions.

Cette même accélération, corrélative des pressions et de la vitesse des réactions, joue un rôle important dans l'interprétation des effets du bourrage.

C'est encore ainsi que toute matière fusante peut se transformer en matière détonante, lorsqu'on en augmente la masse contenue dans une capacité donnée.

La différence entre les modes de décomposition d'une matière explosive, suivant que sa masse est plus ou moins considérable, mérite une attention toute particulière, car elle se retrouve continuellement dans les applications.

11. — On l'observe, même dans le cas où l'on ouvre une issue aux gaz de l'explosion. Si la masse explosive est assez considérable, la décomposition d'une matière fusante, dont les gaz se dégagent à travers un orifice étroit, peut se changer en explosion, lorsque l'on rétrécit l'orifice, de façon que la pression et la température intérieures puissent croître au delà d'une certaine limite.

La même remarque s'applique aux décompositions spontanées, effectuées sur de grandes masses de matière. Lentes d'abord à la température ordinaire, elles s'accélèrent sous l'influence de l'élévation même de température qu'elles déterminent; en outre, il peut arriver que celle-ci change le caractère de la décomposition, en faisant succéder à la réaction initiale une réaction nouvelle dégageant plus de chaleur. L'élévation de température de la masse s'accroît et s'accélère par là, jusqu'à produire une réaction tumultueuse et une explosion générale.

12. — Ces faits, observés souvent dans les laboratoires, ont été invoqués pour rendre compte des explosions spontanées du coton-poudre et de la nitroglycérine. Ils tendent à faire regarder comme spécialement dangereuse une matière explosive qui a éprouvé un commencement de décomposition.

De telles explosions générales se produisent non seulement sur les matières explosives contenues dans des vases très solides, mais même dans des vases peu résistants, tels que caisses de bois ou enveloppes métalliques minces, et même sur les matières entassées à l'air libre, lorsque l'accumulation de ces matières permet à la température de s'élever et à la réaction de s'accélérer de plus en plus.

Elles peuvent avoir lieu également sur des matières divisées en très petites quantités, si ces petites quantités sont assez voisines les unes des autres pour que les effets mécaniques puissent s'accumuler et donner une résultante commune.

Les précautions de conservation et d'emploi doivent donc être prises, comme si toutes les portions de la matière explosive étaient rassemblées en une masse unique. Ce sont là des conséquences signalées comme possibles par la théorie et dont la réalisation accidentelle a été attestée par de terribles catastrophes.

13. — A la vérité, les expériences faites par la Chambre de commerce de Birmingham sur le transport et l'emmagasinage des amorces avaient montré que des capsules renfermant chacune 15 milligrammes de fulminate ne font explosion en masse ni sous l'influence du choc, ni sous l'influence de l'écrasement par une roue de locomotive, ni en les plaçant dans une moufle incandescente, ou au sein d'un foyer en ignition.

Mais il en est autrement, si l'on accroît notablement le poids du fulminate contenu dans les capsules. La sécurité excitée par ces premiers essais a cessé, même en Angleterre,

à la suite de l'explosion sur la Tamise d'un bateau chargé d'amorces détonantes.

L'expérience a prouvé en effet que l'explosion d'une forte capsule au fulminate suffit pour déterminer celle de toutes les capsules placées dans la même boîte ; si la boîte elle-même vient à faire explosion, les boîtes voisines détonent également.

C'est en vertu de phénomènes analogues que les petites amorces fulminantes employées comme jouets d'enfant ont donné lieu trop souvent à des accidents graves.

A Vanves, près Paris, un enfant s'étant amusé à faire détoner entre des ciseaux une semblable amorce, deux paquets de 600 amorces placés sur la table partirent au même moment, l'enfant fut tué, la chaise brisée, le parquet défoncé.

Citons également l'explosion de la rue Béranger à Paris, le 14 mai 1878, occasionnée par un dépôt d'amorces fulminantes, destinées à servir de jouets d'enfants. Ces amorces étaient formées : les unes, dites simples, par un mélange de chlorate de potasse (12 p.), de phosphore amorphe (6 p.), d'oxyde de plomb (12 p.) et de résine (1 p.); d'autres dites doubles, par un mélange de chlorate de potasse (9), de phosphore amorphe (1), de sulfure d'antimoine (1), de soufre sublimé (0,25) et de nitre (0,25); ces dernières plus sensibles au frottement pesaient chacune 10 milligrammes en moyenne. — 6 à 8 millions d'amorces de ce genre, collées par séries de cinq sur des bandes de papier, étaient entassées dans les magasins, dans des boîtes, par grosses de douze douzaines. Quelques-unes s'étant enflammées, par suite d'un accident resté mal connu, déterminèrent une explosion générale. Une maison s'écroula subitement, avec la destruction de sa façade, dont les pierres de taille furent projetées. Une pierre d'un mètre cube fut lancée à 52 mètres de distance. Une grande partie de la maison voisine fut également détruite ; 14 personnes tuées sur place et 16 blessées.

Ces terribles effets s'expliquent, si l'on remarque que le poids de la matière explosive totale renfermée dans les amorces s'élevait à 64 kilogrammes environ, et que, d'après la composition de cette matière, sa force équivalait à celle de 226 kilogrammes de poudre noire (1).

Il importe que les personnes chargées de la surveillance des matières explosives ne perdent jamais de vue cette conviction que, d'après les faits et les vérités générales qui viennent d'être présentés, les précautions préventives doivent toujours être prescrites dans l'hypothèse d'une explosion totale.

(1) Ces faits sont tirés du rapport fait par la commission d'enquête.

III.

§ 3. — *Vitesse de propagation des réactions.*

1. — Examinons maintenant le cas d'un système homogène, mais soumis dans ses diverses parties à des conditions différentes, telles que celles qui résultent de la mise de feu en un point, ou bien d'un choc local. Pour propager la transformation dans une masse qui détone et qui n'est pas soumise aux mêmes actions dans toutes ses parties, il faut que les mêmes conditions physiques de température, de pression, etc., qui ont provoqué sur un point le phénomène, se reproduisent successivement et couche par couche dans toutes les portions de la masse.

On connaît à cet égard les nombreux travaux des artilleurs (1) sur la vitesse de combustion de la poudre ordinaire et sur celle de la poudre-coton, vitesse variable avec la structure physique des poudres et leur composition chimique. Nous allons résumer d'abord ces résultats, ainsi que ceux qui ont été observés sur les mélanges gazeux explosifs, c'est-à-dire les observations relatives à la vitesse de combustion des mélanges d'oxygène et d'hydrogène, ou d'oxyde de carbone, ou de gaz hydrocarbonés.

Puis nous dirons quels résultats nouveaux et inattendus fournit l'étude de la poudre-coton et de la nitroglycérine, la conception nouvelle du rôle des amorces, la distinction jusque-là ignorée entre l'inflammation simple et la détonation véritable des matières explosives, distinction que mes expériences récentes conduisent à étendre jusqu'aux mélanges gazeux eux-mêmes, et nous chercherons à rattacher ces différences à des notions théoriques.

2. — D'après Piobert, la vitesse de combustion de la poudre à l'air libre, observée sur des prismes de longueur connue, placés verticalement, et dont les faces latérales étaient graissées afin d'assurer la régularité du phénomène ; cette vitesse, dis-je, a été trouvée comprise entre 10 et 13 millimètres par seconde pour la poudre de guerre. Elle varie d'ailleurs en raison inverse de la densité apparente de la poudre.

3. — La vitesse de combustion de la poudre dépend à un haut degré de la pression de l'air ou des gaz environnants.

Dès la fin du XVIIe siècle, Boyle faisait des expériences sur la combustion de la poudre dans le vide et remarquait que les grains de poudre, projetés sur un fer rouge, dans cette condition, fusent sans détoner. Si l'on opère sur un certain nombre de grains à la fin, il y a explosion; sans doute parce que les conditions de pression sont changées.

Huyghens répéta les mêmes expériences, en enflammant la poudre au moyen d'une lentille qui concentrait les rayons solaires.

Si l'échauffement est progressif, comme on le réalise par le rayonnement d'un charbon enflammé, on peut à volonté, soit sublimer le soufre, ce qui détruit l'homogénéité du mélange ; soit faire fuser la poudre, d'après Hawksbee (1702).

Ces expériences ont été souvent répétées avec diverses modifications, telles que l'emploi d'un fil de platine rougi par l'électricité pour enflammer la poudre dans le vide (Abel). M. Bianchi a reconnu ainsi que le coton-poudre se décompose lentement dans le vide avant de faire explosion, et ce résultat a été étendu depuis par MM. Heeren et Abel à la nitroglycérine.

Le fulminate de mercure au contraire détone dans le vide au contact d'un fil de laiton rougi ; mais la détonation ne se propage pas aux grains non contigus, comme elle le ferait sous la pression atmosphérique.

(1) Piobert, *Traité d'artillerie*, partie théorique.

4. — Non seulement le vide empêche l'explosion de la poudre, mais toute diminution dans la pression la ralentit. En 1855, Mitchell observa que les fusées brûlent plus lentement sur les hautes montagnes ; M. Frankland en 1861, dans son laboratoire, puis M. de Saint-Robert dans les Alpes, ont fait à cet égard des expériences très précises. Sous des pressions comprises entre 722 millimètres et 405 millimètres, d'après les recherches de M. de Saint-Robert, la vitesse de la combustion de la poudre, sous une pression inférieure à la pression atmosphérique, serait représentée sensiblement par une formule telle que $V = Ap^{\frac{2}{3}}$,

A étant une constante et p exprimant la pression.

Ces effets doivent être attribués à la vitesse plus ou moins grande avec laquelle les gaz échauffés s'échappent, avant d'avoir eu le temps d'échauffer les portions voisines de la matière solide. Ce qui revient à dire que la pression diminue le nombre des particules gazeuses amenées à une haute température, lesquelles viennent en contact à chaque instant avec les particules solides non enflammées et partagent avec elles leur force vive, de façon à se mettre en équilibre de température.

Quelle que soit la pression, la température initiale de ces particules est sensiblement la même à volume constant, du moins tant que la réaction chimique n'est pas modifiée. Mais si l'on opère sous pression constante, il en est autrement, la température étant abaissée par la détente des gaz.

5. — Au contraire, la vitesse de combustion de la poudre s'accroît avec une grande rapidité, dès qu'on atteint les pressions considérables qui se produisent dans les canons et dans les fusils. Ainsi, par exemple, M. le capitaine Castan évalue la vitesse de combustion de la poudre dans l'âme des canons de gros calibre à 320 millimètres par seconde, au lieu de 10 millimètres environ à l'air libre.

6. — La vitesse de combustion des autres matières explosives n'a pas été l'objet d'expériences aussi précises que celle de la poudre noire; elle donne lieu d'ailleurs à des remarques nouvelles et à une théorie d'un tout autre ordre, comme on le dira tout à l'heure. Bornons-nous à dire que Piobert évaluait la vitesse de combustion du coton-poudre (non comprimé) à huit fois celle de la poudre de guerre, évaluation qui s'appliquait à une combustion progressive, opérée sans détonation.

7. — Ces mêmes études furent étendues aux mélanges gazeux explosifs. En 1867, M. Bunsen (1) évalua la vitesse de combustion à 34 mètres par seconde pour le gaz tonnant (hydrogène et oxygène), et à 1 mètre seulement par seconde pour le mélange en proportions équivalentes d'oxyde de carbone et d'oxygène, ces mélanges étant pris sous la pression atmosphérique. Il en déterminait l'écoulement à travers un orifice étroit, enflammait le jet et cherchait pour quelle vitesse limite de l'écoulement la flamme demeurait stationnaire à l'orifice, sans rétrograder dans l'intérieur. M. Mallard (2) a fait des expériences analogues sur divers mélanges de gaz des marais, ou de gaz d'éclairage et d'air; il a trouvé que la vitesse de combustion, définie comme plus haut, diminue rapidement, à mesure que l'on augmente la proportion des gaz qui ne concourent pas à la combustion, la vitesse maxima répondant à $0^m,560$ par seconde, pour un mélange de 8 parties d'air et de 1 partie de gaz des marais en volume. Elle s'abaisse jusqu'à $0^m,04$, avec un mélange renfermant 12 parties d'air pour une partie de gaz des marais. Avec le gaz d'éclairage et l'air, la vitesse maxima a atteint près du double. MM. Mallard et Le Chatelier sont revenus dans ces derniers temps sur cette question par d'autres procédés, qui leur ont donné des résultats très divers, suivant le mode de combustion. On en parlera tout à l'heure, et on montrera les causes de ces différences.

8. — En effet, l'étude de nouvelles matières explosives, poudre-coton et nitroglycérine, conduit à pénétrer plus avant dans la connaissance du mode de propagation de la réaction chimique au sein d'une masse en combustion ; et elle a modifié profondément les idées que l'on s'était faites sur cette question. Autrefois, lorsque la poudre noire était le seul explosif connu, on se préoccupait seulement de l'enflammer, les effets de l'explosion consécutive ne paraissant pas dépendre du procédé d'inflammation. Mais la nitroglycérine et la dynamite ont manifesté à cet égard des différences singulières.

9. — Pour les bien concevoir, il est nécessaire de parler d'abord des phénomènes du choc et des autres causes analogues, capables de provoquer la déflagration

Le choc ne saurait guère provoquer par lui-même la décomposition d'une substance qui absorbe de la chaleur, à moins de recourir à des masses colossales, animées de forces vives énormes, et concentrant toute leur action sur une très petite quantité de matière : ce qu'il n'est pas facile de réaliser.

Par exemple, la force vive d'un poids de 1630 kilogrammes tombant d'un mètre de hauteur serait nécessaire pour décomposer 1 gramme d'eau, en supposant qu'on pût transmettre au gramme d'eau, par quelque artifice, la totalité de cette force vive.

Au contraire, si la décomposition de la substance dégage de la chaleur, on conçoit qu'une force vive limitée puisse suffire pour la provoquer, à la condition d'être appliquée tout entière à une très petite quantité de matière, dont elle élève la température jusqu'au degré voulu pour déterminer la réaction.

Ainsi, par exemple, quelques coups de marteau violemment assenés sur du chlorate de potasse en poudre, enveloppé dans une feuille de platine et posé sur une enclume, suffisent pour donner lieu à la formation de traces très sensibles de chlorure de potassium ; tandis que le sulfate de potasse ne donne aucun indice de décomposition dans les mêmes conditions. Mais aussi la décomposition de sulfate de potasse en sulfure de potassium et oxygène absorbe de la chaleur, tandis que la décomposition du chlorate de potasse en chlorure de potassium dégage de la chaleur (11,000 calories pour ClO^6K).

(1) *Annales de physique et de chimie*, 4e série, t. XIV, p. 449.
(2) *Annales des mines*, t. VIII, 3e livraison, 1871.

10. — Cette condition ne suffit pourtant pas pour que le choc provoque une détonation. Il est encore nécessaire que la force vive développée par la décomposition des premières portions puisse se communiquer aux parties voisines, de façon à déterminer de proche en proche la décomposition de toute la masse. Le choc du marteau, qui ne suffit pas pour réaliser ces conditions avec le chlorate de potasse pur, est au contraire efficace avec la nitroglycérine. Il suffit même de la chute d'un poids de 4 kg,7, tombant de 0m,25 de hauteur sur une goutte de nitroglycérine, occupant une surface de 2 centimètres carrés pour déterminer l'explosion de cette substance (1).

La nitroglycérine mélangée avec une terre siliceuse constitue la dynamite, substance très peu sensible au choc, parce que la structure poreuse et cellulaire de la silice s'oppose à la communication immédiate et locale de la force vive à une très petite dose de nitroglycérine, envisagée séparément du reste.

Il y a plus : l'explosion de la poudre noire fait détoner la nitroglycérine ; mais elle n'entraîne pas l'explosion de la dynamite, du moins à l'air libre et avec de faibles charges. Mais cette inertie disparaît sous l'influence de certains chocs, particulièrement violents, tels que celui du fulminate de mercure. Aussi l'explosion de la nitroglycérine est-elle très différente, suivant qu'elle est pure ou mélangée avec un autre corps, suivant que l'on opère par simple choc, par le contact d'un corps en ignition faible, ou vive, ou d'une fusée ordinaire ; ou bien encore par le contact d'une forte amorce au fulminate de mercure.

IV.

1. — Selon le procédé employé pour la mise de feu, la dynamite peut se décomposer tranquillement et sans flamme, ou bien brûler avec vivacité, ou bien donner lieu à une détonation proprement dite, tantôt modérée, tantôt susceptible de disloquer les roches, tantôt même de les broyer sur place et de produire les effets les plus violents.

2. — Les substances qui déterminent ces derniers effets ont reçu plus particulièrement le nom de *détonateurs*. M. Nobel a observé le premier ces effets sur la nitroglycérine en 1864, et il en a déduit le procédé convenable pour la faire détoner à coup sûr au moyen d'une amorce de fulminate de mercure. La poudre-coton n'offre pas une moindre diversité. M. Abel a publié à cet égard depuis 1868 des expériences très curieuses et qui tendent à établir une grande diversité entre les conditions de déflagration de cette substance, suivant la manière de la faire détoner (2).

MM. Roux et Sarran ont généralisé ces phénomènes, en distinguant ce qu'ils ont appelé *les explosions de premier et de second ordre*.

3. — Quelque étrange que cette diversité puisse sembler à première vue, je crois cependant que les théories thermodynamiques sont capables d'en rendre compte, par une analyse convenable des phénomènes du choc.

En effet, la diversité des phénomènes explosifs dépend de la vitesse avec laquelle la réaction se propage et des pressions plus ou moins intenses qui en résultent.

Soit le cas le plus simple, celui d'une explosion déterminée par la chute d'un poids qui tombe d'une certaine hauteur. Tout d'abord on serait porté à attribuer les effets observés à la chaleur dégagée par la compression due au choc du poids brusquement arrêté. Mais le calcul montre que l'arrêt d'un poids de quelques kilogrammes, tombant de 0m,25 ou de 0m,50 de hauteur, ne pourrait élever que d'une fraction de degré la température de la masse explosive, si la chaleur résultante était répartie uniformément dans la masse entière ; celle-ci ne saurait donc atteindre ainsi une température élevée, celle de 190 degrés, par exemple, pour la nitroglycérine, température à laquelle il paraît nécessaire de porter subitement toute la masse pour en provoquer l'explosion.

C'est par un autre mécanisme que la force vive du poids transformée en chaleur devient l'origine des effets observés. Il suffit d'admettre que, les pressions qui résultent du choc exercé à la surface de la nitroglycérine étant trop subites pour se répartir uniformément dans toute la masse, la transformation de la force vive en chaleur a lieu surtout dans les premières couches atteintes par le choc. Si celui-ci est suffisamment violent, ces couches pourront être portées ainsi subitement vers 200 degrés, et elles se décomposeront aussitôt en produisant une grande quantité de gaz. La production des gaz est à son tour si brusque, que le corps choquant n'a pas le temps de se déplacer, et que la détente soudaine des gaz de l'explosion produit un nouveau choc, plus violent sans doute que le premier, sur les couches situées au-dessous. La force vive de ce nouveau choc se change en chaleur dans les couches qu'il atteint d'abord. Elle en détermine l'explosion, et cette alternative entre un choc développant une force vive qui se change en chaleur, et une production de chaleur qui élève la température des couches échauffées jusqu'au degré d'une explosion nouvelle, capable de reproduire un choc ; cette alternative, dis-je, propage la réaction de couche en couche dans la masse entière. La propagation de la déflagration a lieu ainsi en vertu de phénomènes comparables à ceux qui donnent lieu à une onde sonore, c'est-à-dire en produisant une véritable onde explosive, qui chemine avec une vitesse incomparablement plus grande que celle d'une simple inflammation, provoquée par le contact d'un corps en ignition et opérée dans des conditions où les gaz se détendent librement, au fur et à mesure de leur production.

4. — Ce n'est pas tout : la réaction provoquée par un premier choc dans une matière explosive donnée se propage avec une vitesse qui dépend de l'intensité du premier choc, attendu que la force vive de celui-ci, transformée en chaleur, détermine l'intensité de la première explosion et, par suite, celle de la série entière des effets consécutifs. Or l'intensité du

(1) Ch. Girard, Millot et Vogt (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*), t. LXXI, p. 691.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXIX, p. 105-121, 1869.

premier choc peut varier beaucoup, suivant la manière de le produire. L'effet d'un coup de marteau peut varier dans sa durée par exemple, depuis un centième jusqu'à un dix millième de seconde, suivant que l'on frappe avec un marteau à manche flexible ou avec un bloc d'acier, d'après les expériences de M. Marcel Deprez. Il résulte de là que l'explosion d'une masse solide ou liquide peut se développer suivant une infinité de lois différentes, dont chacune est déterminée, toutes choses égales d'ailleurs, par l'impulsion originelle. Plus le choc initial sera violent, plus la décomposition qu'il provoque sera brusque, et plus les pressions exercées pendant le cours entier de cette décomposition seront considérables. Une seule et même substance explosive pourra donc donner lieu aux effets les plus divers, suivant le procédé de mise de feu.

5. — Les effets varient également suivant que la matière est pure, ou associée avec une substance étrangère, et d'après la structure de cette dernière. C'est ce que montre la dynamite, association de la nitroglycérine avec la silice, laquelle a perdu une grande partie de la sensibilité au choc ordinaire, tout en demeurant explosive sous le choc de la balle, et surtout sous celui du fulminate de mercure.

L'addition de quelques centièmes de camphre à la dynamite diminue encore davantage sa faculté explosive, à tel point qu'elle ne détone plus qu'avec de très fortes amorces de fulminate.

6. — La poudre-coton imprégnée d'eau ou de paraffine devient également insensible au choc; elle exige alors, pour détoner, l'emploi d'une petite cartouche supplémentaire de coton-poudre sec, amorcée elle-même avec du fulminate.

Si l'on incorpore quelques centièmes de camphre avec la cellulose nitrée, on anéantit presque complètement sa faculté de faire explosion par le choc, du moins à la température ordinaire; à tel point que cette association constitue une matière employée aujourd'hui dans l'industrie à divers usages sous le nom de *celluloïde*.

7. — La dynamite-gomme, qui résulte de l'association de la nitroglycérine avec le collodion, parfois additionnée de camphre, constitue aussi une masse élastique, très peu sensible au choc, et qui exige également une cartouche auxiliaire de coton-poudre sec, amorcée elle-même au fulminate.

8. — Le changement apporté par le camphre et les matières résineuses aux facultés explosives de semblables substances résulte de la modification survenue dans la cohésion de la masse. Celle-ci a acquis une certaine élasticité et une solidarité des parties, par suite de laquelle le choc initial du détonateur se propage tout d'abord dans une masse beaucoup plus grande. En outre, une partie de ses effets sont dépensés en travaux d'arrachement et de séparation ; il en reste une moindre portion, qui soit susceptible de donner lieu à l'échauffement des parties directement frappées, cet échauffement étant réparti d'ailleurs dans une masse plus grande. Dès lors, une élévation brusque et locale de la température, capable de déterminer les actions chimiques et mécaniques consécutives, se fera plus difficilement; elle exige l'emploi d'un poids bien plus grand du détonateur. Ceci résulte toujours de la théorie précédente.

9. — Mais le camphre, au contraire, ne doit exercer et n'exerce, en effet, comme l'expérience le prouve, aucune action spécifique sur une poudre discontinue, telle que les poudres au chlorate de potasse. C'est par là qu'on se rend compte également de ce fait que la dynamite-gomme gelée récupère une sensibilité au choc comparable à celle de la nitroglycérine; la solidarité des parties a été détruite par la cristallisation de cette substance.

10. — On voit par là toute l'importance que prennent les *amorces*, regardées jusqu'à ces derniers temps comme de simples agents destinés à communiquer l'inflammation à la poudre. En effet, ces amorces, pour peu que leur masse soit suffisante, règlent par leur nature le caractère même du choc initial et, par suite, le caractère de l'explosion tout entière. Dans ce cas, elles prennent le nom de *détonateurs* proprement dit. Le fulminate de mercure pur est particulièrement employé à cet égard; il est plus puissant, c'est-à-dire que son choc est plus violent et plus subit que celui de toute autre substance, ce qui s'explique par la grandeur de la pression qu'il développerait en détonant dans son propre volume (près de 40,000 atmosphères). On a cité plus haut un certain nombre de faits caractéristiques, relativement à cette influence spécifique des amorces : nous y reviendrons.

BERTHELOT,
Membre de l'Institut.

(A suivre.)

GÉOLOGIE

De l'âge de la formation pampéenne et de quelques-uns des débris humains que contiennent ses couches.

Dans une des dernières séances de la *Société d'anthropologie*, M. C. Vogt a exposé la découverte, faite récemment par M. Roth, Suisse, qui a séjourné quinze ans dans les pampas de la Plata, d'ossements humains, associés à des carapaces de Glypodontes. Suivant cet auteur, la formation pampéenne, proprement dite, se composerait de deux couches, une supérieure, plus claire; une inférieure, plus foncée, toutes les deux formées, comme de raison, d'une terre très fine, argilo-sablonneuse. La couche supérieure, de 5 à 24 mètres, contient des restes de *Glyptodon*, d'*Hoplophorus*, de *Mylodon*, de *Scelidotherium*, de *Dasypus*, de *Machairodus*, d'*Equus curvidens*, de nombreux ruminants. La couche inférieure, de 1 à 3 mètres d'épaisseur au plus, contient des restes de *Mastodon*, de *Megatherium*, de *Panochthus*, de *Dœdicurus*, de *Toxodon*. Ces os, de couleur brunâtre, sont mieux conservés que dans la couche précédente. Les fossiles de ces deux couches différentes ne seraient jamais mélangés.

Toutes les deux, à en juger par la position des fossiles,

l'assemblage des os, etc., seraient le produit de l'action combinée des pluies et des vents. Toutes les deux aussi, et M. Roth, d'après la communication de M. Vogt, n'entre à cet égard dans aucune explication, toutes les deux appartiendraient à l'époque quaternaire.

La question de l'âge de la formation pampéenne ne peut être résolue d'une façon aussi sommaire. M. Ameghino nous en a montré toute la complexité, notamment dans un ouvrage en deux volumes, dont le second a paru au commencement de la présente année (1).

Pour lui, cette formation appartient tout entière au tertiaire, et voici le tableau qu'il donne, dans sa préface, de ses divisions et de celles de tous les temps préhistoriques dans la Plata.

ÉPOQUES GÉOLOGIQUES.	PÉRIODES GÉOLOGIQUES.	ÉPOQUES ARCHÉOLOGIQUES.	ÉPOQUES ARCHÉOLOGIQUES. SECONDAIRES.	MAMMIFÈRES CARACTÉRISTIQUES.
Récent.	Alluvions contemporaines.	Historique.	Temps historiques.	Animaux domestiques et faune actuelle de la Plata.
	Alluvions modernes.	Néolithique.	Temps néolithiques.	Faune actuelle.
Quaternaire.	Supérieur.	Mésolithique.	Temps mésolithiques.	*Paleolama mesolitica, Lagostomus diluvianus.*
	Inférieur.	Paléolithique.	Temps paléolithiques.	*Auchenia diluviana, Cervus diluvianus.*
Tertiaire.	Pampéen ou pliocène.	Éolithique.	Temps des grands lacs ou du pliocène supérieur.	*Lagostomus fossilis, Canis azaræ fossilis, Canis cultridens, Cervus pampæus, Toxodon platensis, Mastodon.*
			Temps pampéens modernes ou du pliocène moyen.	*Smilodon, Arctotherium, Lagostomus angustidens, Canis vulpino, Dœdicurus, Macrochenia.*
			Temps pampéens anciens ou du pliocène inférieur.	*Typotherium cristatum, Hoplophorus ornatus, Protopithecus bonœriensis, Etenomys latidens.*
	Patagonien ou miocène.	....	....	*Megamys, Toxodon platensis, Anoplotherium, Paleotherium,* etc.

Le pampéen inférieur se caractérise notamment par la présence du *Protopithecus bonœriensis,* du *Typotherium* complètement absent au-dessus et l'abondance relative de l'*Hoplophorus ornatus* qui devient de plus en plus rare, tout en survivant jusque pendant l'époque des grands lacs.

M. Ameghino a déclaré en dernier lieu, à plusieurs reprises, qu'il n'avait trouvé aucune trace certaine de l'homme dans cette couche.

Le pampéen supérieur, qui ne renfermerait aucun autre représentant certain des espèces actuelles, se distinguerait pourtant par la présence de l'homme, car c'est dans cette couche que M. Ameghino a découvert, avec du charbon de bois et des silex taillés, des débris d'un squelette humain que M. Broca a rapportés à une femme atteinte d'altérations seniles des os, et d'une taille au-dessous de 1m,50. (*Revue d'anthropologie,* 1880, p. 12.)

Le pampéen des grands lacs, avec quelques représentants d'espèces actuelles, contiendrait, en grande abondance, deux espèces de coquilles, des *Planorbis* et des *Palludinella,* associés aux grands édentés éteints. Ces deux coquilles sont encore plus abondantes dans les dépôts lacustres postpampéens, mais elles y sont associées aux *Ampullarias,* qui au contraire ne se rencontrent jamais dans le pampéen.

M. Roth, de son côté, divise la formation pampéenne en deux couches (voir plus haut). M. Vogt ne nous a pas donné la liste complète des fossiles de ces couches. Mais leur nature, leur épaisseur, etc., indiquent suffisamment, sans autre spécification, qu'elles correspondent exactement au pampéen supérieur et au pampéen inférieur de M. Ameghino. La couche sur laquelle M. Roth fait reposer le pampéen est d'ailleurs certainement le patagonien, avec fossiles marins. M. Ameghino considère celui-ci comme miocène; et il considère, comme nous venons de le voir, le pampéen supérieur et inférieur comme représentant le pliocène moyen et inférieur. Or M. Roth, d'après la déclaration écrite de M. Vogt, classe ses deux couches pampéennes dans le quaternaire. Il est donc en opposition *absolue* avec M. Ameghino. A-t-il connu, oui ou non, les travaux de celui-ci? C'est ce que nous ne saurions dire positivement.

Il ne s'agit pas ici de savoir si le pampéen démontre une fois de plus que les époques géologiques passent insensiblement de l'une à l'autre; c'est là presque un axiome de la géologie élémentaire qui a à peine besoin d'une démonstration nouvelle. Il s'agit de savoir s'il est synchronique des formations tertiaires ou des formations quaternaires d'Europe, et, subsidiairement, si les débris humains qu'on y a trouvés sont, oui ou non, plus anciens que tous ceux qu'on a jusqu'à présent recueillis en Europe.

M. Ameghino, qui, nous en sommes sûr, ne nous saura pas mauvais gré de poser ainsi la question, s'est prononcé pour la seconde alternative. Il a consciencieusement fait valoir ses raisons sans omettre aucune objection. Il a rencontré des adhésions nombreuses et importantes, entre autres, celle de M. Cope, qui a fait récemment de si importantes découvertes. Tous les géologues, affirme-t-il, auxquels il a exposé ses recherches ont été de son avis.

Parmi ses arguments, ceux qui nous touchent le plus sont relatifs à la faune mammalogique de la formation pampéenne. Ce sont aussi pour lui les plus décisifs. Voilà en effet à quoi ils se résument : « Le *Smilodon* se rattache au genre du *Machairodus,* animal qu'on n'a rencontré que dans les

(1) *La Antigüedad del Hombre en el Plata,* par Florentino Ameghino. — Paris et Buenos-Ayres, 2 volumes in-8° avec de nombreuses planches, 1880-1881.

terrains tertiaires d'Europe ; le *Typotherium* du terrain pampéen de Buenos-Ayres se compare au *Synoplotherium* des terrains tertiaires de l'Amérique du-Nord ; l'*Hippidium* de Buenos-Ayres se compare au *Protohippus* également tertiaire dans l'Amérique du Nord ; le mastodonte est toujours tertiaire, sauf une espèce dans l'Amérique du Nord, et les mastodontes du pampéen se approchent beaucoup plus des mastodontes tertiaires d'Europe que du mastodonte quaternaire de l'Amérique du Nord.

« Dans le quaternaire de l'Europe, les espèces existantes prédominent. Dans le pampéen de Buenos-Ayres, ce sont au contraire les espèces éteintes qui prédominent.

« La proportion des espèces éteintes dans le quaternaire d'Europe, relativement aux espèces encore subsistantes, est de 20 à 25 pour 100. Le rapport des espèces éteintes dans la formation pampéenne est de 90 pour 100. Le pliocène d'Europe renferme de 90 à 95 pour 100 d'espèces éteintes. La formation pampéenne ne peut donc être rangée que dans le pliocène.

« Si l'on met les espèces de côté pour ne s'en tenir qu'aux genres, les différences ne sont pas moins significatives.

« Pour le quaternaire d'Europe, on ne mentionne que quelques très rares genres qui se seraient trouvés dans les couches inférieures, tels que le *Machairodus* et le *Diabroticus*.

« Dans le pampéen il y a plus de cinquante genres éteints.

« La proportion des genres éteints dans le quaternaire d'Europe est de 5 pour 100 ; elle est de 16 à 18 pour 100 dans le pliocène d'Europe, et de 50 à 60 dans le pampéen. Ce n'est pas tout.

« Non seulement le pampéen renferme beaucoup plus d'espèces éteintes que le quaternaire d'Europe, mais il renferme même des familles représentées par différents genres qui ont aujourd'hui entièrement disparu. Telles sont les familles des *Glyptodontes*, des *Megatheroïdes*, des *Macrochenia*, etc.

Il renferme même des genres comme ceux du *Typotherium* et du *Toxodon*, qui ne peuvent être classés dans aucun des ordres existants.

« C'est une aberration, selon M. Ameghino, de considérer une formation qui présente une faune semblable comme quaternaire (371). »

On ne saurait en effet méconnaître la portée décisive de ces arguments. D'autant plus que, confirmant une observation de Bravard, M. Ameghino a reconnu trois espèces de mammifères éteintes dans les terrains post-pampéens. Et ce serait peut-être un sophisme, comme le croit M. Ameghino, que de prétendre ne pas appliquer aux formations de l'Amérique du Sud les procédés de raisonnement employés à la classification des terrains de l'Europe.

Il n'était, toutefois, pas contesté que la faune de l'Amérique, et notamment de l'Amérique du Sud, retardait en dernier lieu notablement sur celle de l'Europe. C'est là un fait commun à toutes les terres séparées du massif continental de l'Asie. Et l'on aurait évidemment grand tort de conclure de la présence de certains genres tertiaires de l'Europe dans des dépôts de l'Australie par exemple, au synchronisme de ces dépôts et de nos formations tertiaires.

D'autre part, l'Amérique du Sud, aux dernières époques géologiques, a été témoin de disparitions d'espèces de mammifères dont la soudaineté relative paraissait frappante et n'a rien de comparable en Europe. Nous pourrions reproduire à ce propos ce que nous avons dit ailleurs des chevaux. Mais nous ne songeons naturellement pas à résoudre la question de l'âge de la formation pampéenne ni à exposer toutes les questions qui s'y joignent, telle que celle de l'époque glaciaire dans le sud de l'Amérique.

Lyell, Darwin, etc., s'en sont incidemment occupés. Et l'opinion classique, d'après laquelle cette formation serait quaternaire, s'appuie notamment sur les recherches de Burmeister. Il serait sans objet de les rappeler ici puisque nous nous sommes surtout proposé de faire connaître celles de M. Ameghino, et, puisque d'ailleurs l'existence de terrains quaternaires post-pampéens renfermant des espèces éteintes sans aucune espèce de chevaux pourrait suffire à faire tomber toutes les objections que nous venons d'indiquer.

Mais nous devons dire quelques mots des opinions fréquemment contradictoires qui ont eu et qui ont encore cours sur les causes qui ont présidé à la formation du pampéen.

Alcide d'Orbigny a donné le premier une explication complète de l'origine de cette formation, mais en rapport avec son système des grandes catastrophes. Il supposait que la mer avait occupé une grande partie de la République Argentine, et qu'après une longue période de repos, un soulèvement des Cordillères avait entraîné, par les eaux bouleversées et les courants violents, la destruction des animaux qui vivaient autour de cette mer et, du même coup, des dénudations qui ont fourni les matériaux argilo-sableux du dépôt pampéen. Ce dépôt, selon lui, se serait ainsi fait dans le temps très court qui aurait suivi la catastrophe du soulèvement.

M. Ameghino n'a pas de peine à réduire à néant la valeur de cette hypothèse. Le soulèvement des Cordillères est antérieur à la formation pampéenne ; et, ce qui prime tout, en dépit de l'assertion encore toute récente du Dr Crevaux, il n'y a aucune trace dans cette formation d'animaux marins, mais seulement des débris d'animaux fluviatiles et terrestres. Ces derniers, en outre, sont ceux d'animaux ayant vécu sur le sol même, au sein duquel ils ont laissé leurs dépouilles. Car beaucoup d'entre eux sont d'espèces qui ne se rencontrent pas ailleurs ; tels sont l'*Arctotherium*, le *Toxodon*, le *Typotherium*, le *Macrochenia*, tandis qu'on n'y trouve pas d'espèces particulières à d'autres terrains.

Pourquoi, demande M. Ameghino, les eaux qui, selon l'hypothèse de d'Orbigny, ont transporté à Buenos-Ayres les restes de *Mastodonte* et de *Megatherium* n'y auraient-elles pas transporté aussi quelques restes d'espèces propres à des contrées différentes de celle de la République argentine, et par exemple à la zone tropicale ? Enfin, pour que cette même hypothèse fût exacte, il faudrait que le terrain patagonien qui se trouve au-dessous du pampéen contînt la

même faune que celui-ci, et que ce dernier au moins présentât dans toutes ses parties une faune semblable. Or c'est tout le contraire qui a lieu. Les animaux du pampéen ne vivaient pas avant cette formation pour être détruits au moment où elle s'est faite, car le patagonien renferme des animaux tout différents ; et ces mêmes animaux n'ont pas été détruits d'un seul coup à un moment quelconque de cette formation brusquement déposée, car leurs formes évoluent et se succèdent lentement à travers ses assises en constituant tour à tour quatre faunes différentes, représentées par des espèces caractéristiques.

L'explication de Lund ne différait pas sensiblement, quant au fond, de celle de d'Orbigny.

Ch. Darwin en a donné une autre. Selon lui, les matériaux du pampéen, amenés par un grand nombre de cours d'eau douce, se seraient déposés au fond d'un estuaire. Cette explication a cela de bon, qu'elle exclut toute action brusque et violente et qu'elle fait au contraire intervenir une très longue durée. Seulement elle ne rend pas compte de la formation de terrains de même nature à 1600 mètres au-dessus de la mer, dans la République Argentine, et à 3 et 4000 mètres en Bolivie et au Pérou. Et elle est surtout en contradiction avec ce fait que l'examen microscopique lui-même n'a fait découvrir dans le terrain pampéen aucun vestige d'animalcule marin.

La troisième explication que nous ayons sur l'origine du pampéen est due à Bravard. Ce naturaliste, bien avant M. Roth, a vu que les vents avaient dû jouer un grand rôle dans cette formation et que la mer n'en avait, au contraire, joué aucun. Le premier, il a remarqué que des squelettes d'animaux fossiles avaient dû être enterrés par des tourbillons de poussière, et que leurs cadavres étaient restés exposés à l'air avant d'être complètement recouverts par le sable mouvant, car leurs restes portaient des empreintes de diptères. Comme M. Roth, il a étudié les effets actuels des tourmentes de sable, et c'est à leur action pendant des milliers d'années qu'il a attribué l'accumulation des dépôts pampéens.

Sa théorie a été combattue par Heusseur et Claraz dans un ouvrage paru à Zurich en 1865. Les observations de M. Roth, telles que nous les a fait connaître M. Vogt, ne paraissent y avoir rien ajouté. Et en réalité elle ne suffit pas, puisque des terrains de la nature du pampéen se trouvent à des hauteurs considérables, et puisqu'on trouve dans le pampéen même des mollusques d'eau douce. Burmeister s'est peut-être approché davantage de la vérité, en soutenant que ce sont des cours d'eau qui ont apporté des montagnes voisines les matériaux de la formation et les ont déposés dans des vallées de toutes les hauteurs et, ce qui paraît moins exact, dans des lagunes d'eau salée intérieures.

Pour M. Ameghino, si Bravard a exagéré, ses observations restent vraies. Et il est en particulier à travers la formation pampéenne (1) des bancs ou des monticules de sable fin quartzeux, qui sont dus aux vents. Ils ont le même aspect que ces bancs de sable des alluvions du Nil, accumulés par les vents du Sahara. Ils forment quelquefois d'immenses dépôts de plusieurs millions de mètres cubes.

Un dépôt de ce genre, situé à 2 ou 3 mètres de profondeur près de la villa de Lujan, est curieux à examiner. Il est d'une matière tellement fine et si peu cohérente, qu'exposé à l'air, il donne naissance, avec le moindre vent, à un nuage de poussière. Les dépôts de ce genre sont nombreux. Les vents ont donc joué un rôle important dans la formation pampéenne.

Mais la majeure partie de cette formation se compose d'un limon argilo-sableux, analogue au lœss du Rhin. Ce limon contient de nombreuses coquilles de mollusques d'eau douce et présente souvent une structure laminée. Il est bien clair, en conséquence, que les eaux en ont transporté la presque totalité. Il ne s'est cependant pas déposé au fond de nappes d'eau permanentes. Çà et là, il se rencontre en effet dans son sein des dépôts secondaires de peu d'épaisseur et d'étendue, qui en diffèrent par leur couleur et leur nature. Ces dépôts se sont formés en fond de lacs et de lagunes de l'époque pampéenne. Et de leur situation, il ressort que lacs et lagunes ont occupé les dépressions d'un terrain primitivement sec, puisque le sol environnant s'exhaussant par des inondations périodiques et des tourmentes de sable, ils se sont eux-mêmes desséchés. Les premières nappes d'eau disparues, il s'en est formé d'autres dans de nouvelles dépressions creusées par les vents ou à la suite d'agitations du sol.

Si l'on supposait d'ailleurs que toute la pampa était couverte d'eau d'une façon permanente, comment expliquerait-on la présence de bancs de sables mouvants, celle de squelettes couverts par ces sables et l'existence même sur toute son étendue des grands animaux dont elle renferme les débris ?

Dépourvue d'arbres et garnie seulement d'une végétation herbacée, elle devait se présenter sous trois aspects. Une partie de sa surface était couverte toute l'année de nappes d'eau permanentes ; une seconde partie, située à un niveau supérieur, n'était couverte que pendant certains mois de l'année, à la suite de crues ; enfin une troisième partie était à sec pendant toute l'année, et c'est celle-là qu'habitaient le plus souvent les grands animaux éteints, qui n'avaient pas d'habitudes aquatiques. Pour les changements alternatifs d'aspect par lesquels ont passé ces diverses parties, il faut surtout faire intervenir les mouvements d'exhaussement et d'abaissement du sol, comme il s'en produit encore aujourd'hui même sur la côte du Chili. Les plaines du Paraguay, périodiquement inondées et coupées de lagunes entre le 14° et 18° de latitude sud, rappellent encore exactement ces conditions des anciennes pampas. Et les pampas de Mojos en Bolivie nous offrent encore aujourd'hui le spectacle des phénomènes qui ont présidé à leur formation.

Pendant l'époque du patagonien, l'Océan couvrait toute cette région presque jusqu'aux Andes. Les soulèvements qui l'ont éloigné ont mis à découvert une immense surface qui

(1) A cinq mètres de profondeur à Mercedès, à 3 mètres à Olivera, à 8 mètres à la villa de Lujan, à 10 mètres à Buenos-Ayres, etc.

ne fut longtemps ni un fond de mer ni une terre complètement émergée. Sa grande uniformité, son horizontalité complète, les hauteurs qui formaient ses confins à l'ouest et au nord, les pluies tropicales, etc., rendent parfaitement compréhensibles les actions qui se sont donné libre cours sur toute l'étendue de cette surface. L'Océan, depuis que le pampéen s'y est déposé, l'a recouverte quelque peu en se rapprochant de nouveau, puis s'est éloigné, mais pas autant qu'autrefois, en sorte qu'une partie du pampéen s'étend actuellement sous ses rives. Voici comment conclut M. Ameghino :

« Les terrains argilo-sableux qui occupent la superficie de la pampa argentine et ont une profondeur de 20 à 60 mètres sont le résultat de l'action combinée des eaux, des vents et des forces souterraines ; ils se sont formés très lentement, pendant un très grand espace de temps. Les restes organiques qu'ils renferment sont ceux d'animaux qui ont vécu pendant le temps de leur formation ; ce temps représente une des grandes époques géologiques du globe. »

Nous ne savons pas ce que l'on pourrait objecter à ces conclusions, mise à part la présence des restes de l'homme lui-même au milieu de ces terrains. M. Ameghino a voulu un instant séparer les deux questions, celle de l'âge de la formation et celle de la présence de restes de l'homme dans son sein. Mais cela équivaudrait à traiter de la détermination d'une couche géologique indépendamment des faits paléontologiques qui s'y rapportent. Et nous avons pu lui faire une objection qui n'est pas nouvelle, mais qui a sa valeur. « S'il était démontré, avons-nous dit, que l'homme, tel que nous le voyons aujourd'hui, se trouve dans la seconde partie de la formation pampéenne, ce serait une raison importante pour ne pas classer cette partie dans le tertiaire. L'homme doit être envisagé comme les autres genres ou espèces de mammifères. Si donc le tertiaire, le pliocène, est caractérisé par l'absence à peu près totale de tout mammifère d'espèce encore vivante, il ne doit renfermer aucun représentant des races humaines actuelles. »

M. Ameghino établit avec beaucoup de soin dans l'un de ces chapitres (XVII du tome II) que les os humains qu'il a découverts près de Mercédès étaient bien dans un terrain appartenant à la formation pampéenne ; que ce terrain n'avait pas été remanié ; que rien ne peut faire supposer que ces os y ont été enterrés postérieurement à sa formation ; et que ces débris sont d'un individu contemporain des animaux aux restes desquels ils étaient associés, puisque par exemple ils ne différaient en rien de ceux de l'*Hoplophorus ornatus*.

Il a d'ailleurs découvert dans la couche au-dessous, dans le pampéen inférieur, des dents qu'il rapporte à une espèce de grand singe que, sous le nom de *Protopithecus bonœriensis*, il a classé provisoirement à côté du *Protopithecus brasiliensis* de Lund (1).

Dans ces conditions, il est extrêmement fâcheux que rien dans le crâne humain qui accompagnait ces os humains n'ait frappé M. Ameghino et surtout qu'il se soit dessaisi de cette pièce. Il reconnaît d'ailleurs toute l'importance de sa perte. Et en la signalant, nous ne faisons que remplir un de ses désirs, car il espère qu'une large publicité pourra peut-être faire découvrir le collectionneur (Italien, croyons-nous) qui l'a peut-être conservée.

M. Roth vient d'apporter à Genève une pièce semblable qui, jusqu'à plus ample informé, peut être regardée comme du même âge (1). Faut-il croire qu'on en pourra tirer quelques renseignements décisifs ?

ZABOROWSKI.

(1) *Les Mammifères fossiles de l'Amérique du Sud,* par le docteur H. Gervais et M. Fl. Ameghino.

(1) Elle a été trouvée à la surface de sa première couche pampéenne à côté d'une carapace de glyptodonte et retournée.

REVUE DE THÉRAPEUTIQUE

Les belles recherches de M. Pasteur ayant mis à la mode l'étude des conditions pathogéniques des diverses maladies considérées à tort ou à raison comme parasitaires et contagieuses, — et à ce double titre plus redoutables que toutes autres — la diphthérie, qui occupe une place très honorable parmi ces fléaux de l'homme, s'est vue l'objet d'attentions toutes particulières de la part des médecins. Signalons en passant quelques-uns des travaux de ceux-ci ; bien qu'ils ne fassent guère avancer la question de la thérapeutique à diriger contre la diphthérie, ils ont leur mérite et leur importance.

L'impôt moyen prélevé par la diphthérie a oscillé entre 40 et 50 décès par semaine, pendant l'année écoulée de décembre 1880 à décembre 1881. Les chiffres *minima* sont 28 et 29 (une fois seulement), les *maxima* sont 58 et 57 (trois fois); la moyenne se tient généralement entre 40 et 50. C'est dire que les ravages du mal sont considérables et que les études sur ce sujet méritent d'être encouragées.

Parmi les causes des ravages de cette maladie, la contagion joue un grand rôle, et par cela même, l'hospitalisation. Il est peu de médecins contemporains, chefs de service dans les hôpitaux, qui n'aient élevé la voix pour protester contre la coutume barbare (qui tend aujourd'hui à disparaître, il est vrai) en vertu de laquelle les malades atteints des affections contagieuses reposent dans les mêmes salles que les autres. Il n'est guère de médecin qui n'ait vu de ses malades mourir d'une affection contractée à l'hôpital; il n'en est pas qui n'ait vu la diphthérie s'attaquer à plusieurs patients, dès l'arrivée d'un diphthéritique qu'il ne pouvait ni renvoyer ni isoler dans un service, ou même dans un cabinet spécial. Cet état de choses commence à inquiéter quelque peu les chefs de service, et vraiment il n'est que temps de s'en occuper. C'est ainsi, qu'à propos des ravages de la diphthérie aux Enfants-Malades, la Société médicale des hôpitaux a nommé une commission composée de chefs de service compétents, chargée « d'examiner s'il existe des moyens prophylactiques

pouvant être employés contre la contagion de la diphthérie dans les hôpitaux de l'enfance ». Attendre d'une commission de médecins praticiens des expériences nouvelles et des faits importants eût été déplacé : cela ne se demande guère qu'à des commissions d'expérimentateurs qui font leurs expériences de la façon qui leur paraît la meilleure en vue du but qui leur est proposé. Tout ce qu'on pouvait demander à cette commission médicale, c'était un bon résumé de leur expérience journalière, un exposé de l'état actuel de la question, une sorte de mémoire à consulter ; elle l'a donné, et il ne sert à montrer que l'ignorance où nous sommes encore. Résumons le rapport de M. Descroizilles : on verra que nous n'exagérons rien et que les mesures dont nous pouvons nous servir pour nous défendre contre le fléau n'ont rien qui ne soit absolument élémentaire.

Ces mesures sont les suivantes :

1° Pratiquer largement les pulvérisations d'eau phéniquée, comme cela se fait déjà à l'hôpital Trousseau et peut facilement se faire partout à frais relativement peu élevés.

2° Veiller avec grand soin à la propreté « non seulement des salles, mais des objets de literie et d'habillement. Il faut que les pièces de pansement soient rapidement détruites ou anéanties par les moyens employés en pareil cas. »

3° Peut-être y aurait-il lieu pour les élèves et infirmiers, et particulièrement pour ceux qui font les autopsies, de se munir d'un respirateur à ouate inventé par Henrot, de Reims, destiné à arrêter les éléments figurés que contient l'air.

4° Peut-être y aurait-il encore lieu d'entourer le lit du malade d'un cadre fait de lattes et de papier collé ; cette espèce de boîte serait munie d'une fenêtre latérale pour les pansements et autres soins que réclame le malade ; au plafond, une lampe serait disposée dans un orifice, de manière à appeler l'air à elle et à l'entraîner au dehors, non sans avoir rôti au préalable les germes exhalés par le malade. Certes, il est louable de vouloir rôtir les germes ; mais est-il bien sûr que tous les germes consentiront à passer par la lampe : la fenêtre n'en laissera-t-elle pas échapper quelques-uns ? Enfin, comme le fait remarquer la commission, cette caisse ne sera pas sans effrayer les enfants ; on peut même croire qu'elle ne comblera pas de joie les adultes. Malgré ces petits inconvénients, la commission recommande l'appareil Latapie.

5° Enfin, la commission insiste pour que les étudiants prennent plus de soin de leur santé et se modèrent dans leurs distractions comme dans leurs travaux. Que l'assistance publique donne de bon vin, une bonne nourriture aux internes ; qu'elle augmente leur traitement, qu'elle en accorde un aux externes sans tenir compte de la centralité ou l'excentricité des hôpitaux ; au besoin, qu'elle leur donne « du café ou de la soupe et du vin, qu'ils seront tenus de prendre avant de faire leur service ».

Tout cela est fort paternel et juste, mais n'est-il pas regrettable qu'en l'état actuel de la science ce soit là tout ce qu'on peut dire sur la prophylaxie, même en se mettant à six pour y réfléchir ! En laissant de côté ce qui a trait aux soins matériels à donner aux médecins et élèves, tout cela n'a-t-il pas été déjà dit, et depuis longtemps, au sujet de la septicémie, de la variole, etc. ?

Voilà donc où en sont les praticiens consommés et expérimentés qui composaient la commission dont nous venons de résumer le rapport. Est-on plus avancé parmi ceux qui font quelques recherches sur les remèdes à opposer à la diphthérie ?

Depuis quelque temps déjà, le jus de citron a été introduit dans la pratique courante, on l'emploie en badigeonnages sur les parties recouvertes de fausses membranes. Le docteur Fontaine paraît être un des premiers à avoir préconisé ce procédé : M. Page, de Baltimore, l'a également vanté. Le jus de citron paraît donner de bons résultats, mais il n'a rien de spécifique ; il agit à la façon d'un astringent et d'un caustique. Dans le *Lancet*, M. Hale White a inséré une note sur un essai fait par lui, relatif à la méthode à suivre pour dissoudre les membranes diphthéritiques. M. White emploie le glycérole de pepsine préparé avec le moins de glycérine possible. Chez un enfant opéré de la trachéotomie, il a introduit toutes les deux heures un peu de cette préparation, pendant que le patient respirait de la vapeur d'eau pour faciliter l'action du médicament. Celui-ci a certainement une action dissolvante, mais M. White pense qu'il agit également en prévenant la formation de fausses membranes dans les ramifications bronchiques, formation qui est une cause fréquente de mort. Un seul essai a été fait par M. White : il y a donc lieu d'attendre que les expériences soient plus nombreuses avant de se prononcer sur la valeur du procédé.

A la Société de thérapeutique, M. Archambault a fait une communication sur le traitement de la diphthérie par le remède à la mode, la pilocarpine. Vingt et un enfants ont été ainsi traités de cette façon dans le service de M. Archambault. Les injections hypodermiques n'ont guère été praticables ; elles étaient suivies d'une prostration trop grande, due peut-être à la petite opération qui provoque une véritable terreur chez les enfants. Les injections étant impossibles, M. Archambault a eu recours à l'injection par les voies digestives. La dose était de 5 centigrammes de pilocarpine pour 250 grammes de véhicule : une cuillerée toutes les heures. Il n'y eut généralement pas de vomissements, la salivation était très marquée. Quant aux résultats, ils ont été peu satisfaisants pour ne pas dire plus. Il semblait bien, en effet, que les fausses membranes se détachaient plus tôt que d'habitude ; mais, dans les cas intenses, elles se reproduisaient aussitôt. Sur vingt et un malades, il y a eu douze décès, résultat déplorable, que M. Archambault croit pire encore que celui qu'on eût obtenu par la simple expectation. Les neuf guérisons ont porté sur les neuf cas les plus bénins. M. Archambault déclare renoncer absolument à la pilocarpine et trouve qu'elle lui a déjà trop fait perdre de malades.

M. Dumontpallier, après la communication de M. Archambault, a pris la parole pour déclarer qu'il croit les doses employées par ce dernier trop faibles et insuffisantes. Quoi qu'il en soit, les faits rapportés par M. Archambault n'ont rien de

favorable pour la pilocarpine. Cependant il y a eu des résultats satisfaisants, semble-t-il, obtenus par Weber, Lehwers et surtout Guttmann qui représentent les trois promoteurs de ce traitement. Ainsi Guttmann l'a employé chez sept membres d'une même famille atteinte par la diphthérie ; il les a guéris tous en moins de quatre jours. Guttmann administrait le remède par la bouche ; ce n'est que dans les cas urgents qu'il pratiquait des injections. Il y joignait l'usage des compresses et des boissons glacées. Lepidi-Chotti, au contraire, préférait introduire le médicament par le rectum (3 centigrammes dans 60 grammes de véhicule). Neumeister, qui a également expérimenté la pilocarpine, déclare son action très inconstante, surtout en ce qui concerne la salivation qui est capricieuse dans son abondance comme dans l'époque de son apparition. C'est qu'en effet, les résultats ne sont pas constants ; on ne peut pas compter sur eux d'une façon absolue. Il est vrai que la salivation peut être très intense et provoquer le détachement immédiat des membranes, mais elle peut aussi être très faible et n'agir en aucune façon sur celles-ci. M. Gérard a vu un cas où l'expulsion des membranes suivit de quelques minutes l'injection du médicament. D'autre part, dans les cas d'empoisonnement général, sans fausses membranes, la pilocarpine n'agit absolument pas, malgré l'action dépurative que Lepidi-Chotti lui attribue sans en donner de raisons ; elle a même une action dangereuse en amenant une prostration et une dépression auxquelles la maladie elle-même ne prédispose que trop, sans qu'il soit nécessaire d'y joindre un médicament déprimant. Pour clore la liste des expérimentateurs qui ont étudié l'action de la pilocarpine sur la diphthérie, nous citerons M. Paynardeau qui conclut ainsi qu'il suit :

1° La pilocarpine a, par ses propriétés sialagogues, une action réelle, mais inconstante et capricieuse. Cependant elle peut provoquer le détachement des fausses membranes ; elle est donc indiquée dans les cas où celles-ci sont abondantes, qu'il s'agisse de croup ou de bronchite pseudo-membraneuse, mais seulement dans les cas où le danger vient des fausses membranes et non de l'intoxication diphthéritique même.

2° La sueur que provoque la pilocarpine ne paraît pas faciliter l'élimination du poison, car elle n'empêche ni la reproduction des fausses membranes ni les paralysies diphthéritiques.

3° Du côté du tube digestif et de l'appareil circulatoire, elle provoque des accidents qui ne peuvent qu'ajouter à la gravité de la situation ; son emploi est contre-indiqué dans les cas d'altération du muscle cardiaque, soupçonnée ou constatée.

La question, on le voit, n'est pas absolument vidée ; peut-être les divergences observées tiennent-elles aux différences des doses prescrites. En tout cas, jusqu'à nouvel ordre, la pilocarpine n'est pas un agent sur lequel on puisse compter suffisamment ; il présente, en outre, l'inconvénient d'amener une dépression absolument inutile et nuisible.

L'acide phénique représente un médicament à action absolument opposée à celle de la pilocarpine, au point de vue de l'influence générale de l'organisme : c'est un convulsivant.

Aussi a-t-il été récemment proposé par Beurnier de Bournonville pour combattre la torpeur que provoque l'empoisonnement diphthéritique. Il combat, en effet, la paralysie de l'estomac, réveille le système nerveux et facilite les vomissements si utiles pour détacher et expulser les fausses membranes. Malheureusement, la note insérée dans la *Revue de thérapeutique* sur ce sujet n'est pas assez complète pour qu'on puisse dire au juste quelle est la valeur du procédé.

Dans l'*Union médicale* (n°ˢ 165, 166, 169 de 1881), nous rencontrons une intéressante leçon de M. DE SAINT-GERMAIN sur le traitement de l'obésité, qui fait partie d'un ouvrage sur le point de paraître, relatif aux malformations et à leur thérapeutique. Le grand danger de l'obésité, dit M. de Saint-Germain, réside dans les lésions du cœur. L'influence du sexe ne paraît pas bien établie : tandis que les uns déclarent que les femmes sont plus souvent atteintes que les hommes, d'autres affirment que le partage est égal ; d'autres, enfin, veulent que l'homme soit la victime de prédilection de cette... malformation, puisque malformation il y a. Pour M. de Saint-Germain, c'est la femme qui est le plus souvent atteinte ; pour peu qu'elle soit adonnée à l'alcoolisme, à la prostitution et à l'inaction, dit-il, elle verra apparaître un embonpoint merveilleux. Il y a des obèses de tout âge, à deux ans même. M. Hillairet a présenté, il y a peu de temps, à l'Académie de médecine un petit monstre féminin, âgé de six ans, dont on pouvait dire, comme cet Allemand qui vantait les charmes plastiques de sa fiancée, que « la graisse lui coulait dans le dos ».

Comme causes de l'obésité, l'auteur relève l'excès de nourriture et de boissons alcooliques, le sommeil trop prolongé, quelquefois le mariage. Cependant le veuvage, qui engraisse les hommes, fait maigrir les femmes. Le traitement par le mercure, la castration, agissent en général en provoquant une tendance à l'obésité.

Au point de vue du traitement, M. de Saint-Germain se borne à raconter celui qu'il infligea à un de ses meilleurs amis — peut-être même le meilleur — médecin des hôpitaux, etc., déguisé sous un voile si transparent qu'on n'a pas de peine à l'apercevoir.

Ayant atteint le poids respectable de 230 livres, le malade en question eut le désir de réprimer cet envahissement de la chair. Il commença par le traitement classique : eaux de Vichy et de Marienbad, pain de gluten, exercice, etc. En six semaines, il perdit 29 livres, mais avec elles toute sa force. Il y renonça, laissa revenir le poids perdu, et récupéra sa santé primitive. Pendant huit ans, peu de changements : des fluctuations légères dans son poids, voilà tout. Au bout de ce temps, le démon de l'équitation s'empara du malade : cela dura jusqu'au jour où il fut averti que les reins du cheval ne tiendraient plus longtemps encore. Là-dessus, grand émoi du patient, qui s'imposa de suite un traitement rigoureux. Il se levait dès cinq heures du matin, montait à cheval pendant une heure ou deux, au grand trot (pauvre cheval !) puis faisait à pied trois kilomètres au pas gymnastique,

en vingt minutes. Au bout de deux mois, il changea le programme en intervertissant l'ordre des divertissements : au lieu de commencer par l'équitation, il finissait par là. Dès qu'il le put, il joignit à ces exercices du matin une demi-heure d'escrime.

Pour le régime, il fut dur. Pas de repas le matin, après ces exercices fatigants : un cigare pour tromper l'estomac. Pour déjeuner, deux œufs à la coque, une côtelette avec salade et fruit, du café sans sucre ni eau-de-vie ; *ni pain ni vin.* De l'eau ou du thé non sucré comme boisson. Pour dîner, pas de potage, un plat de viande, un plat de légumes verts, du fruit : ni pain ni vin. Ne pas dîner en ville. Éviter les réjouissances de famille. Résultat : le poids descendit vers 85 kilogrammes, et, chose intéressante, l'appétit sexuel, quelque peu atténué, se réveilla avec vigueur. Avis aux intéressés !

La pilocarpine dont nous avons parlé au début de cette *Revue,* au sujet de la diphthérie, paraît être un médicament à la mode; ses applications s'étendent chaque jour. Il se passe pour elle ce qui s'est passé pour l'acide salicylique, pour l'acide phénique et pour la grande majorité des alcaloïdes, en un mot pour tous les remèdes nouveaux ; l'on croirait, à entendre certains médecins, posséder chaque jour une nouvelle panacée universelle. Les travaux se multiplient, en général superficiels et incomplets, la vogue grandit, jusqu'au jour où commence le déclin qui peu à peu remet les choses à leur place et les montre sous leur vrai jour. *Omne ignotum pro magnifico est,* dit l'adage. Ce qu'il peut se publier de droite et de gauche de petites notes brèves, incomplètes, reposant sur des hypothèses, ou tout au plus sur des expériences sur quelques malheureux lapins ou chiens, est incalculable ; ce que la lecture desdites notes est fastidieuse et rebutante, le critique seul le sait — mais il le sait bien ! — Il est regrettable que cette tendance soit aussi prononcée, surtout chez les jeunes gens. Ils s'imaginent qu'il suffit de prendre un composé chimique quelconque, nouvellement découvert de préférence, d'en injecter ou d'en faire avaler à un certain nombre de malheureux quadrupèdes des doses quelconques, puis de tâter le pouls auxdits quadrupèdes, de compter le nombre de leurs inspirations, et de les piquer à la cuisse pour étudier le ralentissement ou l'accélération des réflexes, pour avoir fait œuvre utile, et surtout — profanation ! — pour faire de la physiologie expérimentale. Que si, à ces opérations sur les animaux, ils ont le bonheur de pouvoir joindre le récit des résultats, souvent insignifiants et surtout insuffisamment étudiés — là est le point grave — obtenus par l'expérimentation sur deux ou trois malheureux malades, ils se considèrent comme ayant fait tout ce qu'il y a à faire, et se déclarent cliniciens par-dessus le marché. Il se fait des thèses de ce genre à la douzaine, et le malheur veut qu'elles soient acceptées.

Ceci ne s'applique pas particulièrement aux défenseurs de la pilocarpine ; nous pourrions citer vingt médicaments nouvellement expérimentés de cette façon déplorable et inutile au point de vue de la thérapeutique.

La pilocarpine, pour en revenir à notre sujet et pour fermer une parenthèse que nous rouvririons volontiers à chacune de ces *Revues,* si elle ne devait lasser le lecteur, a été l'objet de deux applications nouvelles : l'une, au traitement de l'asthme ; l'autre, au traitement de la sialorrhée.

M. Berkart, qui a écrit sur l'asthme un intéressant ouvrage, a pratiqué des injections de pilocarpine durant les accès d'oppression. Le résultat en a été bon : l'étouffement a disparu, quelle que fût sa violence, et ce résultat favorable a persisté longtemps. La pilocarpine paraît agir contre la congestion des voies respiratoires. Il est permis de se demander si ce résultat encourageant sera obtenu dans les cas d'asthme purement nerveux, sans toux, sans modification des muqueuses bronchiques et pulmonaires, et qui consiste en une sensation de constriction annulaire de l'arbre aérien tout entier ; jusqu'à preuve du contraire, il est même permis d'en douter. M. Labbé a employé la pilocarpine pour combattre la sialorrhée chez une femme enceinte. La malade en était au troisième mois et présentait une sialorrhée intense. Elle avait déjà présenté ce symptôme à un degré assez élevé, pendant trois grossesses antérieures, pour qu'on eût songé à pratiquer l'accouchement prématuré. Une injection sous-cutanée de deux centigrammes de pilocarpine produisit une salivation considérable, et la sialorrhée disparut. Il y a cependant à se méfier de ce médicament chez les femmes enceintes : il peut provoquer l'avortement et doit être en conséquence manié avec grande prudence.

C'est aujourd'hui un principe généralement admis parmi les médecins, et très répandu dans le public, que les personnes délicates de la poitrine, menacées ou atteintes par la phtisie pulmonaire, ne doivent pas rester dans le nord, surtout pendant l'hiver. Le but du médecin qui prescrit ces voyages forcés n'est pas toujours, comme le prétendent de mauvaises langues, d'envoyer mourir au loin — ou « faire tuer par un confrère » — les malades désespérés dont on ne peut attendre la guérison, et qui, devant mourir, ne peuvent que faire du tort à leur médecin. Quoique le cas se présente, il n'est pas le plus fréquent. Il s'agit essentiellement de trouver un climat plus favorable. C'est dire qu'en principe, il est des climats plus favorables que d'autres à la guérison des phtisiques, ou tout au moins à leur maintien en vie. En pratique, la question se résout moins facilement. Le médecin qui se voit obligé d'envoyer un malade passer l'hiver loin de Paris et du nord en général veut-il s'éclairer sur le choix de la station à prescrire? Il lit les ouvrages spéciaux ; à peine a-t-il parcouru les conclusions d'une dizaine d'entre eux, qu'il se trouve beaucoup plus embarrassé que devant. « Prenez mon ours, prenez mon ours », s'écrient tous les médecins des stations d'hiver ; allez à Cannes, dit l'un ; — non, à Menton, dit l'autre ; — à Pau, s'écrie un troisième ; — à San-Remo, s'exclame le quatrième ; — venez à Alger, fait un suivant. Et dans ce chaos, le malheureux médecin ne sait où donner de la tête ; il finit par se rappeler qu'il connaît tel ou tel confrère à X ou à Y et lui adresse son malade au

jugé. Que conclure de toutes ces invites aux malades faites en hiver, par les médecins des stations d'hiver par ceux des stations thermales en été? Logiquement, que tous ces « ours » sont bons, mais aucun, meilleur. Que peut-on reprocher à ces médecins qui vantent les avantages de la ville qu'ils habitent, qui les vantent en connaissance de cause, et pour les avoir expérimentés? Rien : ne sont-ils pas les meilleurs juges lorsqu'ils sont — et c'est le cas général — consciencieux et honnêtes? Cela n'empêche pas que le médecin de Paris ne soit fort embarrassé. Il se trouve en présence de stations bonnes et utiles, mais ne sait à laquelle accorder la préférence. Il sait à peu près que telle station doit être écartée parce qu'en général son climat est considéré comme défavorable à la forme particulière qu'a revêtue la maladie chez son client, ou à la phase par laquelle celle-ci passe au moment actuel; mais là se bornent ses connaissances. A vrai dire, si les médecins de stations peuvent et doivent faire connaître les avantages et les ressources particulières qu'offre la station qu'ils habitent, contre telle ou telle affection; s'ils peuvent encore, dans une assez grande mesure, apprécier par leur expérience les cas auxquels elle n'imprime aucune tournure favorable, ils sont absolument incompétents, à moins de dépasser la limite des faits qui leur sont personnellement connus, pour établir une comparaison personnelle entre les stations. Qu'ils recueillent les faits : à d'autres de comparer ceux-ci entre eux et d'en tirer les conclusions basées sur l'examen attentif des expériences faites par les divers médecins de stations, et, autant que possible, sur une expérience personnelle, si courte soit-elle.

Divers travaux ont paru, ces temps derniers, sur la climatologie thérapeutique; nous n'en citerons qu'un nombre restreint. M. Ludwig, de Pontresina, établit un parallèle entre les stations de l'Engadine et celles de la rivière de Gênes. Pour lui, il y a de grandes analogies entre l'hiver de la Rivière et l'été des Grisons, en mettant à part la différence de pression et l'écart entre les fractions de saturation. Des deux côtés, absence de nuages, insolation énergique : température basse à l'ombre et durant l'absence du soleil; élevée au soleil. Les phénomènes morbides qui précèdent l'acclimatement sont les mêmes de part et d'autre. Les différences sont notables au point de vue de l'agrément des malades; sur les bords de la Rivère, la vie est chère, mais agréable; la végétation, la mer, la société sont bien faites pour occuper et attirer. Mais il y a de la poussière, grave inconvénient; elle excite le toux et fatigue les malades. A Davos, vie peu gaie; on s'y ennuie, avoue M. Ludwig avec une franchise qui lui fait honneur; il y fait froid, on a la neige sous les pieds, on peut s'enrhumer facilement. M. Ludwig compare, on le voit, mais ne conclut guère; cependant il préfère le séjour de la rivière pour les phtisies laryngées.

Madère, d'après MM. Fischer et Goldschmidt, jouit d'un « printemps éternel » pour se servir d'un non moins éternel cliché.

Le minimum nocturne est de 10°. Il y a du vent, mais pas de poussière. La population y est misérable, la scrofule et la phtisie y atteignent beaucoup de malades; cependant il ne meurt qu'*un* tuberculeux sur 20. Il faut croire que bon nombre des 19 autres vont mourir ailleurs, bien que les médecins de Madère n'en disent rien. Madère doit être recommandé, paraît-il, pour les formes éréthiques de la phtisie. Sans insister plus longtemps sur ces travaux, fort bien faits d'ailleurs, consciencieux et utiles, venons-en à un ouvrage récemment publié sur les mêmes sujets par le professeur Jaccoud (1); cet ouvrage présente précisément les comparaisons auxquelles nous faisions allusion plus haut. La phtisie est curable à toutes ses périodes : tel est l'axiome que M. Jaccoud croit pouvoir poser dès le début de son livre, et qui est justifié, dit-il, par les cas qu'il a pu observer — même quand le poumon présente des cavernes, c'est-à-dire au moment où le mal est achevé, où la maladie a produit son dernier effet direct et ne peut pas aller plus loin par elle-même, il ne faut pas désespérer de la guérison.

Soit! D'ailleurs il en existe des exemples, il ne faut pas l'oublier. Ceci posé, le sujet à étudier se délimite facilement, en ce qui concerne la thérapeutique. Tout d'abord vient le traitement prophylactique. Le premier en date, il l'est encore en importance. Dès que l'on se trouve en présence d'un sujet menacé de phtisie, soit à la suite d'une maladie, soit par disposition héréditaire, soit encore par des excès de toute sorte, il faut le soumettre à un régime et une hygiène rigoureux et parfaitement définis. Surveillé de très près, dans chacun de ses organes, dans chacune de ses fonctions, celui-ci ne doit jamais être perdu de vue, si peu que ce soit, par le médecin; rien de ce qui lui arrive, aucun symptôme si léger, si insignifiant qu'il puisse paraître ne doit être indifférent; toute indisposition, si banale qu'elle soit, doit être l'objet de soins et d'un traitement vigilants. On est en présence d'un organisme chancelant; à sa première défaillance, à l'occasion d'un simple rhume, d'un mal de gorge inappréciable, le mal est prêt à faire invasion et à s'emparer de sa victime. En même temps qu'on surveille le malade, il faut s'occuper de le fortifier par l'exercice, l'alimentation et tous les moyens possibles, tout en évitant ce qui le fatigue et l'affaiblit. C'est la période pendant laquelle on peut encore lutter à distance, où l'ennemi n'est pas entré dans les murs; c'est une période capitale et dangereuse remplie d'incertitudes, de lutte et de vigilance incessante.

Que l'on puisse prévenir la phtisie, cela n'est pas douteux. La chose est faisable; mais il faut la vouloir et la pouvoir. La vouloir d'abord; mais, chose étrange, tous ne veulent pas. La maladie n'est pas là; on ne la voit pas, on ne la pressent guère; aussi on n'y croit pas. De là les négligences fatales. La pouvoir ensuite. Mais beaucoup ne peuvent pas.

Que de fois, à la consultation gratuite des hôpitaux, ne disons-nous pas au malade qui vient à nous — c'est une jeune fille ou un jeune homme qui se plaignent de fatigue sans cause, d'amaigrissement, etc., etc., d'une vitalité moindre en un mot, — que de fois ne lui disons-nous pas :

(1) *La Phtisie pulmonaire et sa curabilité*, 1 vol. in-8°, de 500 p. Paris, Delahaye, 1881.

« Prenez du repos ; buvez de bon vin, mangez de bonne viande, évitez les soucis et les veilles, prenez de l'exercice modéré, des toniques, du fer, allez à la campagne ou au bord de la mer. » Fort bien — la prescription est excellente, mais le moyen de la suivre? La misère physiologique a pour mère, dans ces cas, la misère pécuniaire : 10 000 francs de rente, voilà le véritable traitement, la formule qui comprend et permet l'exécution des prescriptions — ridicules, eu égard à la position de ceux auxquels nous les donnons — citées plus haut.

Le second traitement est celui de la maladie déclarée. Le mal a fait son invasion; il avance lentement et suit son évolution. Cet état peut durer des années, et le médecin peut faire sentir son influence pendant un laps de temps assez long. C'est pendant cette période que les médicaments reconstituants jouent un grand rôle, unis d'ailleurs à un régime toujours très sévère et qui ne permet aucune infraction. Le lait, l'arsenic, l'exercice hygiénique, l'aérothérapie, telles sont les données principales du traitement ; en même temps la fièvre doit être combattue par les moyens appropriés. Inutile d'insister sur le détail très minutieux des médicaments, sur leur utilité comparée selon le genre des cas, sur leurs indications et contre-indications : cela ne comporte pas l'analyse brève et succincte.

Le troisième et dernier traitement est le traitement climatérique. Pour M. Jaccoud, c'est aux climats de montagne qu'il faut demander aide, durant la période prophylactique, et au début de la phtisie commune, à moins de contre-indications particulières. Il faut choisir les stations ayant plus de 1000 mètres dans nos climats, et ne dépassant pas 1500 ou 1800 mètres au plus. Quant aux climats de plaine, M. Jaccoud les considère comme susceptibles de provoquer, d'une part, une préservation locale, une influence mécanique et chimique, favorable pour le poumon ; en second lieu, une action fortifiante et quelque influence excitante, mais à un faible degré.

M. Jaccoud connait bien le fort et le faible des diverses stations considérées comme favorables aux phtisiques, qu'elles appartiennent aux climats de montagne ou de plaine ; aussi discute-t-il en connaissance parfaite de cause les raisons qui lui font regarder tel séjour comme nuisible en tel cas donné, et à telle période en particulier. Véritable manuel du praticien désireux de faire consciencieusement ce qu'il peut et doit faire quand un malade a besoin de changer de climat et de chercher un air qui convienne à son état présent, le livre de M. Jaccoud est très détaillé sur ce point important, et nous ne saurions mieux faire que d'y renvoyer le lecteur curieux de s'éclairer sur ce sujet. Sans doute, la phtisie fera beaucoup de ravages encore; mais c'est déjà une consolation de penser qu'il ne faut jamais désespérer absolument des phtisiques et qu'il y a des chances de salut pour eux. Ce sera une bonne chose, si le livre de M. Jaccoud peut contribuer efficacement à répandre cette notion ; bonne non seulement pour les malades, mais bien aussi pour les médecins trop souvent disposés à se laisser décourager par un ennemi sans cesse renaissant et redoutable.

CORRESPONDANCE

C'est par erreur que nous avons annoncé dans notre dernier numéro que l'article remis par M. Topinard répond à M. Le Bon. M. Topinard, au contraire, ne veut pas répondre à M. Le Bon. Son article fait suite simplement à celui qu'il a publié dans cette *Revue*, sous le titre des *Sciences anthropologiques* (1).

Nous avons aussi reçu une lettre de M. Manouvrier que nous aurions publiée si l'espace ne nous avait fait défaut. Dans cette lettre, M. Manouvrier reprend la question de la méthode des moyennes.

Nous ne pouvons, à notre grand regret, prolonger cette polémique. Quelque intéressantes que soient les discussions qui s'élèvent entre deux collaborateurs distingués de la *Revue*, elles ont toujours un côté personnel qui ne satisfait qu'à demi les lecteurs curieux des choses de la science plutôt que des attaques ou défenses individuelles.

De la lettre de M. Manouvrier, ainsi que des articles de M. Le Bon publiés dans la *Revue*, il résultera évidemment que la méthode de la sériation est très ancienne, que Broca, le premier, l'a appliquée à l'anthropologie, et que, plus tard, M. Bertillon, M. Morselli, M. Le Bon, en ont fait l'emploi dans des travaux très recommandables à divers titres.

Aussi bien, pour l'anthropologie comme pour les autres sciences, le temps des spéculations est passé; il s'agit de faire des observations et des expériences. Les polémiques, les discussions, les dissertations restent stériles, tant qu'elles ne s'appuient pas sur des faits.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 9 JANVIER 1882.

HISTOIRE DES SCIENCES. — M. *Daubrée* présente des documents relatifs au sujet du séjour de Papin à Venise.

Ayant connu à Londres Paolo Sarotti, Papin l'accompagna à Venise comme membre d'une académie que voulait fonder Sarotti.

La famille Sarotti est très ancienne en Italie, et avant le XVIIe siècle, s'était transférée de Bergame à Venise. Un monument de Santa Maria Nuova est élevé à la mémoire d'un Sarotti, mort à Venise en 1598.

Paolo Sarotti, celui qui connut Papin à Londres, fit bâtir près de San Casciano, avec une très grande dépense un palais qui compte parmi les plus élégants et les plus commodes de la ville. Dès l'an 1632, il aurait jeté les premiers fondements, dans sa propre maison, d'une académie dont le but était principalement l'étude des sciences philosophiques.

Domenico Martinelli, dans son *Rittrato*, en parlant des bibliothèques célèbres de son temps, dit :

« Mais particulièrement pour les livres rares et étrangers,

(1) N° du 1er janvier 1881, t. XXVII, p. 19.

est fameuse celle de MM. Sarotti, rue San Felice, qui la tiennent, d'une manière la plus aimable, ouverte trois jours par semaine, le lundi, le mercredi et le vendredi, en donnant à tout le monde la commodité, non seulement de lire, mais de copier, et de plus les lundis, dans l'après-dîner, on y tient séance académique publique de sciences philosophiques et mathématiques. »

Parmi les travaux qui s'exécutèrent dans l'académie Sarotti, on peut citer, d'après Struvio, deux discours qu'y prononça Lug. Antonio Porzio, Napolitain, l'un traitant de la cause du commencement de la respiration chez les enfants, et l'autre de sa manière mécanique, 1690. Ces discours ont été imprimés par le même Bulifon.

Quoi qu'il en soit, Venise peut s'enorgueillir d'avoir eu une académie qui, comme celle de Nenzi et de Cornaro, a voulu imiter celle del Cimento et faire, comme elle, des expériences non au hasard, mais avec une méthode raisonnée et progressive, comme il vient d'être rapporté.

Physique. — M. *Bourbouze* fait connaître un transmetteur des sons, à table d'harmonie munie de cordes.

Il se compose d'une table d'harmonie, munies des cordes parfaitement accordées de demi-tons en demi-tons, dans un intervalle de trois octaves, c'est-à-dire dans l'étendue de la voix humaine. Le microphone, fixé du côté opposé à ces cordes, est un microphone à charbon ; la pointe inférieure du crayon repose sur une plaque de charbon, munie d'une pince en cuivre ; la pointe inférieure est maintenue par un charbon cylindrique, que l'on peut fixer à volonté dans une position déterminée. Un ressort à tension variable, appliqué d'un côté sur l'un des montants du bâti, exerce, par son extrémité libre, une pression latérale sur le crayon, de manière à éviter ce qu'on appelle le *crachement*.

Le récepteur est un téléphone Bell, à l'aide duquel on peut entendre les sons émis, sans être obligé d'appliquer l'instrument à l'oreille.

— MM. *Mignon* et *Rouart* envoient une lettre sur les procédés de cuivrage de la fonte, employés au Val-d'Osne.

Ils emploient une solution *franchement acide*, d'un sel double d'acide organique de cuivre et d'un alcalin quelconque.

— M. *G. Cabanellas* a déterminé la mesure de la résistance intérieure et de la force électromotrice des machines électriques en marche.

L'auteur emploie d'abord la machine comme source, à l'allure de N tours par unité de temps, sur un circuit de résistance arbitraire. Il observe, par lecture aux galvanomètres, maintenant usuels, l'intensité I et la différence de potentiel ε aux bornes de la machine. Puis il emploie la machine comme moteur récepteur d'un courant de source quelconque ; il règle le frottement d'un frein placé sur l'arbre de la machine de façon à obtenir l'intensité I, et il fait varier la différence de potentiel absorbé par la machine, jusqu'à ce qu'il obtienne l'allure N ; il y arrive en agissant soit sur la force électromotrice source et la résistance de liaison, soit en agissant sur l'une d'elles seulement. Il observe alors la différence de potentiel aux bornes ε'. E et r étant les éléments électriques, il a les deux équations $E = \varepsilon + rI$, $E = \varepsilon' - rI$.

Il en tire les valeurs $E = \frac{\varepsilon' + \varepsilon}{2}$, $r = \frac{\varepsilon' - \varepsilon}{2I}$.

Pathologie. — MM. *A. Dumontpallier* et *P. Magnin* ont fait une étude expérimentale sur la métalloscopie, l'hypnotisme et l'action de divers agents physiques dans l'hystérie.

Sur des malades, sensibles ou insensibles de tout le corps, on peut, par l'application du métal qui leur convient, sur telle ou telle partie, fixer ou faire apparaître la sensibilité dans telle ou telle région, et cela au gré de l'expérimentateur.

On peut, de plus, la malade étant dans l'état d'hypnotisme, à l'aide des plaques convenablement disposées, produire des phénomènes croisés de catalepsie et de contracture, et, de plus, diviser l'être hypnotisé en quatre segments, de haut en bas, dans le sens transversal, savoir :

L'un supérieur (zone susombilicale), l'autre inférieur (zone sous-ombilicale), qui pourront, à la volonté de l'expérimentateur, être mis en état de contracture ou de catalepsie, puis un troisième segment, intermédiaire aux deux premiers (zone ombilicale), sur lequel, étant appliquées les plaques, on peut éveiller la malade ou empêcher tout phénomène hypnotique. Enfin il existe un quatrième segment (zone supérieure ou frontale), dont le rôle expérimental est le même que celui de la zone ombilicale.

La malade peut être aussi divisée en deux segments dans le sens vertical, l'un droit, l'autre gauche, qu'on peut mettre alternativement en catalepsie ou en contracture, suivant la disposition des plaques.

On a invoqué, pour l'interprétation des phénomènes divers auxquels on peut donner lieu chez les femmes hystériques, l'existence d'une force *neurique rayonnante* des personnes qui déterminent ces manifestations.

Les expériences des auteurs conduisent à penser que ces manifestations ne procèdent toutes que des modifications périphériques déterminées par des agents physiques.

Ils ont éprouvé successivement le vent d'un soufflet, la chaleur, le froid, les courants électriques faibles, l'aimant, la lumière solaire ou artificielle (lampe de Drummond), les raies du spectre, le son, l'application des métaux, les actions de simple contact, etc.

Et ils ont vu nettement que la plus minime action de l'un de ces agents suffisait pour rendre manifeste l'excessive excitabilité de la surface cutanée de l'hystérique en hypnotisme et consécutivement donner naissance à des contractures musculaires considérables.

Il ressort de tous ces faits que les hystériques en état d'hypnotisme offrent une hyperexcitabilité nerveuse telle, qu'il n'est peut-être pas d'instrument de physique qui puisse accuser à un même degré des actions aussi infinitésimales déterminées par les différents agents susénoncés.

Il en ressort aussi que la force dite *neurique rayonnante* n'est qu'une manifestation d'actes physiques dont on a invoqué l'existence.

Chimie. — M. *Maumené* présente une note sur la théorie des formiates, afin de signaler les analogies qui lui paraissent exister entre ses travaux et ceux de M. Riban.

— M. *Alb. Haller* étudie un éther carbonique du bornéol. L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{21}H^{34}O^{3}$.

De l'ensemble de ces résultats, il est permis de conclure à la présence d'un éther carbonique du bornéol $-CO<^{OC^{10}H^{17}}_{OC^{10}H^{17}}$.

— M. *Œchsner de Coninck* s'occupe de la formation des bases de la série quinoléique dans la distillation de la cinchonine avec la potasse.

Le chlorhydrate, $C^{9}H^{11}Az,HCl$, est en belles aiguilles fines

et brillantes, groupées en masses radiées, déliquescentes, très solubles dans l'eau.

	$C^9H^{11}Az, HCl$ pour 100.	Trouvé.		Moyenne.
Cl	20,94	20,25	20,07	20,46

Lorsqu'on traite par le chlorure de platine étendu une solution concentrée de chlorhydrate, on obtient un précipité jaune orangé cristallin. Dans les mêmes conditions, la solution étendue du chlorhydrate ne précipite pas immédiatement; mais bientôt on voit apparaître un lacis d'aiguilles fines et allongées, d'un beau rouge orangé.

La fraction 226-231° était beaucoup plus abondante que la fraction inférieure. Elle contenait une base d'odeur forte et désagréable, qui a été transformée en chloroplatinate.

Ce sel s'est précipité sous la forme d'une poudre jaune chamois, pulvérulente et amorphe.

— M. *J. Ogier* a fait des recherches thermiques sur les oxychlorures de soufre.

Il s'occupe d'abord du chlorure de sulfuryle, ensuite du chlorure de thionyle, et enfin du chlorure de pyrosulfuryle S^2O^5Cl.

Les trois oxychlorures, envisagés sous le même volume à l'état gazeux, sont en définitive formés avec les dégagements de chaleur suivants, les éléments étant pris dans leur état actuel :

	Calories.
$S^2 + O^2 + Cl^2 = S^2O^2Cl^2$ gaz dégage	+ 40,8
$S^2 + O^4 + Cl^2 = S^2O^4Cl^2$ gaz »	+ 82,5
$S^2 + O^5 + Cl = S^2O^5Cl$ gaz »	+ 73,1

Ces oxychlorures de soufre ne sont pas les seuls ; l'auteur a réussi à isoler un nouveau corps du même groupe.

— M. *W.-E. Walitzky* présente ses travaux sur la terpine.

Le liquide, séparé, lavé avec l'eau, avec l'eau de baryte, avec une faible solution de soude, puis distillé dans le vide en présence du sodium, distille à la pression ordinaire, entre 176°,5 et 181°,5.

Ce corps a pour densité à 0° près de 0,93 (méthode du flacon).

Il ne dévie pas le plan de polarisation.

L'analyse et sa densité de vapeur conduisent à la formule $C^{10}H^{16}$.

	Calculé.	Trouvé.	
C.	88,23	88,22	88,11
H.	11,76	11,83	12,47

Physiologie. — M. *L. Frédéricq* a fait des expériences qui semblent indiquer que l'activité intermittente du centre des mouvements respiratoires est accompagnée de changements isochrones dans l'activité des centres nerveux voisins.

Sur un grand chien, insensibilisé par une forte dose de morphine ($0^{gr},20$) et de chloroforme s'il y a lieu, on ouvre largement le ventre et la poitrine, puis on produit l'*apnée* par une ventilation énergique du poumon. Si l'on cesse la respiration artificielle, l'animal se remet bientôt à respirer : à chaque inspiration, les moignons des côtes se soulèvent et s'écartent. Quoique ces mouvements respiratoires n'aient aucune action directe sur les organes thoraciques, notamment sur les poumons qui restent affaissés, ils sont accompagnés d'un changement dans ce rythme du cœur, tant que les pneumogastriques sont intacts. Les pulsations cardiaques très accélérées pendant l'apnée, n'éprouvent aucun changement pendant le premier mouvement d'inspiration; mais l'expiration qui suit immédiatement se traduit par un ralentissement très notable des pulsations cardiaques. Celles-ci se ralentissent ensuite à chaque expiration et s'accélèrent à chaque inspiration.

Sur un chien morphiné, à poitrine et à ventre largement ouverts, à pneumogastriques et phéniques coupés, les mouvements respiratoires des côtes qui se produisent lorsqu'on cesse la respiration artificielle, sont accompagnés d'oscillations de la pression sanguine semblables à celles décrites par Traube et Hering chez les chiens curarisés (périodes de Traube-Hering). La portion descendante de ces larges oscillations correspond à l'inspiration; la pression se relève, au contraire, pendant l'expiration. Cette augmentation de pression n'est pas due à un changement dans le rythme cardiaque; d'ailleurs, elle peut persister, malgré le ralentissement expiratoire du cœur (quand les pneumogastriques sont intacts). Elle a probablement une origine périphérique, vasomotrice; elle semble indiquer une activité rythmique automatique du centre des vaso-moteurs. A chaque expiration, ce centre exagère son action.

Cette activité intermittente se manifeste en dehors de tout changement dans l'état des organes thoraciques, à condition que le sang qui baigne la moelle allongée présente un certain degré de viscosité. Quand ce sang est trop artérialisé, les trois centres dont il est question suspendent plus ou moins leur action : apnée, dilatation vasculaire, accélération des pulsations du cœur.

Minéralogie. — M. *A. Michel Lévy* étudie les positions d'intensité lumineuse égale dans les cristaux maclés, entre les nicols croisés, et application à l'étude des bandes concentriques des feldspaths.

— M. *A. de Schulten* s'occupe de la reproduction artificielle de l'analcime.

On peut obtenir ce silicate par un autre procédé que celui employé jusqu'ici et qui consistait à chauffer une solution de soude caustique dans des tubes scellés de verre français ordinaire.

On obtient des cristaux d'analcime en mélangeant des solutions de silicate de soude et d'aluminate de soude en proportions telles que les quantités de silice et d'alumine y fussent dans le même rapport que dans l'analcime, en y ajoutant une quantité convenable d'eau de chaux et en chauffant dans un tube de cuivre, pouvant se fermer hermétiquement, à 180° pendant dix-huit heures.

Géologie. — M. *L. Holtz* fait une étude sur les eaux souterraines dans le département de la Meuse.

Ce fleuve, dont le bassin topographique est parfaitement caractérisé, fait ainsi partie de cet ensemble de cours d'eaux qui, en arrivant aux grès verts qui affleurent non loin de Rethel, de Bar-le-Duc, de Joinville, de Vassy, de Bar-sur-Aube, de Bar-sur-Seine, d'Auxerre, de Sancerre, de Bourges, s'introduisent, en partie, dans le sol, pour suivre parallèlement les nappes souterraines qu'ils ont déjà créées et aller former, sous le crétacé, l'immense nappe du bassin géologique de Paris.

Il résulte de cette situation générale que, si certaines vallées sont aquifères, ce n'est pas le plus souvent parce qu'elles

contiennent un sol perméable, mais parce qu'elles se trouvent sur des nappes d'eaux souterraines, tout à fait indépendantes de l'eau d'infiltration, qui se localise dans les couches supérieures, partout où l'écoulement est impossible, et qui ne peut présenter que des amas insignifiants, sur lesquels on aurait tort de compter.

Si certaines parties de la France, telles que la Normandie, sont presque entièrement dépourvues d'eaux souterraines, par suite de la nature réfractaire de leur sol, il ne saurait en être de même des départements du Nord-Est, renfermés dans la zone oolithique. On peut espérer que la population de ces départements, et principalement de celui de la Meuse, comprendra le parti qu'elle peut tirer d'une situation la plupart du temps si avantageuse.

Mathématiques. — M. *Sylvester :* Sur les puissances et les racines de substitution linéaires.

— M. *Poincaré :* Sur une extension de la notion arithmétique de genre.

— M. *C. Le Paige :* Sur les formes algébriques à plusieurs séries de variables.

— M. *J. Boussinesq :* Équations différentielles du mouvement des ondes produites à la surface d'un liquide par l'émersion d'un solide.

— M. *Croullebois :* Sur quelques conséquences du principe de Gauss en électrostatique.

REVUE DU TEMPS

Décembre 1881.

Le mois de décembre dernier se fait remarquer par la persistance sur nos régions de hautes pressions disposées de façon à faire prédominer les vents de sud et de sud-est. Ces vents, en hiver, sont beaucoup moins chauds que ceux de sud-ouest et d'ouest; aussi ce mois, dont la température a été assez douce, offre cependant dans presque toutes les régions de la France un assez grand nombre de jours de gelée. A Paris, on en compte quatorze; à Bordeaux, à Nantes, une dizaine; à Clermont, il a gelé presque tous les matins.

La période la plus froide est celle qui s'étend depuis le 23 jusqu'à la fin du mois. Elle a coïncidé avec la présence d'un centre de hautes pressions sur nos régions, mais l'abaissement de la température qui, en pareil cas, aurait dû être plus considérable, a été limité par l'état du ciel couvert ou brumeux qui a prédominé pendant ce temps.

Le mois de décembre 1881 se partage en cinq périodes. Pendant la première, du 1er au 9, l'Europe centrale et la France ont été occupées par de hautes pressions dont le centre principal se trouvait sur la Russie jusqu'au 6, puis s'est formé vers Madère à partir de cette date.

Sous l'influence des vents de sud-est, la température reste peu élevée avec un ciel brumeux.

Pendant la première période les dépressions passent au large de nos côtes; une seule, le 7, étend son action jusqu'à nous et s'éloigne le 8.

La deuxième période s'étend seulement du 10 au 13; elle est caractérisée par la présence simultanée de deux petits tourbillons (AA'), l'un sur la Manche, l'autre sur la Méditerranée. Le tourbillon de la Méditerranée, au moment où il s'éloigne vers l'Italie, est accompagné d'un coup de mistral sur la Provence, succédant à de fortes pluies.

Le 13, les deux dépressions ont disparu, et une hausse barométrique s'est produite sur toute l'Europe, particulièrement sur la Russie.

Le 16, une baisse lente du baromètre a lieu sur l'Océan, et le 17, une dépression (B) se montre au nord de l'Écosse et amène sur nos régions le régime des vents d'ouest et des températures douces.

Le 18, le centre de la dépression où le baromètre descend à 725mm se trouve sur la mer du Nord près du Danemark; le vent souffle en tempête en Angleterre et en France.

Le lendemain, le centre de la dépression s'est beaucoup étendu en remontant sur la presqu'île scandinave; le vent est un peu calmé; mais la mer est houleuse ou grosse sur nos côtes.

Le 20, une autre dépression (C) se montre au nord de l'Irlande et amène des vents très forts sur nos côtes.

Le 21, son centre se trouve près de Copenhague, et le 22, il s'éloigne par la Russie.

En même temps une légère dépression (E) se montre sur le golfe de Gascogne : elle gagne la Méditerranée le 23.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en décembre 1881.

Le 23, les hautes pressions envahissent l'Europe par l'Atlantique; le 24, leur centre se trouve près de Hambourg. Elles persistent sur l'Europe centrale jusqu'à la fin du mois, tandis que les dépressions passent au large de nos côtes et sur le nord de l'Europe.

Sous l'influence du calme relatif de l'air et des vents continentaux, la température s'abaisse et les gelées sont générales en France. Des brouillards épais se produisent en plusieurs points, notamment à Paris où on note du givre les 29 et 30.

Léon Teisserenc de Bort.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Journal of the anthropological institute (1881, t. XI, numéros 1 et 2). — *Lewis :* Note sur deux cercles de pierres dans le Shropshire, à Minsterley. — *Buckland :* Chirurgie et superstition à l'époque néolithique. — *Staniland Vake :* Origine des peuples malgaches. —

David Christison : Les gauchos de San-Georges, dans l'Uruguay central. — *Peal :* Note sur la construction des maisons dans l'Assam. — *Woodthorp :* Sur des tribus sauvages habitant le Naga-Hills, sur la frontière nord-est de l'Inde. — *Flower :* Têtes monumentales et déformation artificielle du crâne dans l'île de Manicollo, Nouvelles-Hébrides. — *Wilye :* Note sur les régions occidentales de la Chine (traduction d'un livre chinois). — *Flower :* Ossements trouvés dans une villa romaine à Morton, près de Breding (île de Wight). — *Lewis :* Constructions archaïques dans le comté de Somerset. — *Atkinson :* Nouvel instrument pour déterminer l'angle facial. — *Gooch :* L'âge de pierre dans le sud de l'Afrique. — *Flower :* Discours prononcé au nom des sociétés d'anthropologie à l'Association britannique, congrès d'York, 1er septembre 1881.

CHRONIQUE

Faculté de médecine de Paris. — M. G. Hayem a été désigné pour la chaire d'anatomie pathologique, vacante à la Faculté de médecine de Paris, par 16 voix sur 31 votants. Il y a eu 13 votes contre, et 2 bulletins blancs.

— Académie des sciences. — L'Académie a procédé hier au remplacement de M. Henri Sainte-Claire Deville dans la section de minéralogie. La section présentait en première ligne M. Lory, ancien professeur à la Faculté des sciences de Grenoble, connu par des travaux de géologie sur le massif des Alpes; en seconde ligne, *ex æquo*, M. Albert Gaudry, professeur au Muséum d'histoire naturelle; M. Hautefeuille, collaborateur de M. Sainte-Claire Deville, et M. Moilard, professeur de géologie à l'École des mines.

Le nombre des votants était de 58, la majorité de 25. La lutte s'est circonscrite entre M. Lory et M. Gaudry. Pas une voix ne s'est égarée sur les autres concurrents. M. Gaudry a été élu par 40 voix contre 18 données à M. Lory.

La séance annuelle de l'Académie des sciences est fixée au lundi 30 janvier prochain.

— Conservatoire national des arts et métiers. — *Géométrie appliquée aux arts.* — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. Laussedat, professeur, a ouvert ce cours le jeudi 3 novembre. — Objet des leçons : Grandeur et figure de la terre. — Cartes géographiques et topographiques. — Instruments de lever et de nivellement. — Méthodes rigoureuses, méthodes approximatives. — Cadastre. — Étude des formes générales du terrain. — Tracé des voies de communication. — Calcul des surfaces, des déblais et des remblais. — Tables et instruments propres à abréger les calculs. — État de la topographie et de la cartographie en France et à l'étranger.

Géométrie descriptive. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. — M. de la Gournerie, professeur, a ouvert ce cours le jeudi 3 novembre; en cas d'empêchement, M. de la Gournerie est remplacé par M. Ernest Lebon. — Objet des leçons : Principes de la géométrie descriptive. — Méthode des projections. — Lignes droites, plans, surfaces courbes employées dans les arts. — Notions sur les surfaces réglées et les surfaces hélicoïdes.

Mécanique appliquée aux arts. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Tresca, professeur, a ouvert ce cours le jeudi 3 novembre. — Objet des leçons : Sources de travail moteur. — Principe de l'équivalent mécanique. — Transformation des éléments du travail moteur dans les récepteurs. — Chaudières à vapeur. — Machines à vapeur et machines à gaz.

Constructions civiles. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Émile Trélat, professeur, a ouvert ce cours le samedi 5 novembre; en cas d'empêchement, M. E. Trélat est remplacé par M. Jules Pillet. — Objet des leçons : Travaux publics. — Ports. — Canaux. — Chemins de fer.

Physique appliquée aux arts. — Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir. — M. E. Becquerel, professeur, a ouvert ce cours le mercredi 9 novembre. — Objet des leçons : Principes fondamentaux de la physique. — Applications diverses de la chaleur; formation des vapeurs; emploi de leur force élastique; sources de chaleur et de froid; chauffage; ventilation. — Production et propagation des sons; téléphone; phonographe. — Sources de lumière; éclairage; analyse spectrale. — Construction des instruments d'optique.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. E. Peligot, professeur, a ouvert ce cours le jeudi 3 novembre. — Objet des leçons. — Première partie du cours : Phénomènes généraux de combinaison et de décomposition. — Équivalents chimiques. — Poids atomiques. — Nomenclature. — Histoire détaillée des corps simples non métalliques et d[e] leurs principales combinaisons. — Air atmosphérique. — Eau. — Acides minéraux.

Chimie industrielle. — Les mardis et vendredis, à neuf heures d[u] soir. — M. Aimé Girard, professeur, a ouvert ce cours le vendredi 4 novembre. — Objet des leçons : Industrie vinicole : vins, vin[s] mousseux, sucrage, emploi des raisins secs, etc. — Maladies et conservation des vins. — Cidre. — Brasserie. — Eaux-de-vie; alcools d[e] raisin, de betteraves, de mélasse, de grains, etc. — Vinaigrerie. — Huiles végétales. — Essences et résines. — Caoutchouc et gutta-percha.

Chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quart[s] du soir. — M. de Luynes, professeur, a ouvert ce cours le lund[i] 7 novembre. — Objet des leçons : Des verres. — Éléments, propriétés, fabrication. — Différents systèmes de fours. — Émaux. — Travail, décoration, usages des verres. — Des poteries : Matières premières. — Préparation mécanique des pâtes céramiques. — Façonnage, cuisson, décoration des poteries.

Chimie agricole et analyse chimique. — Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir. — M. Boussingault, professeur, a ouvert ce cours le samedi 5 novembre; en cas d'empêchement, M. Boussingault est remplacé par M. Schlœsing. — Objet des leçons : De l'atmosphère dans ses rapports avec la végétation. — Analyse minérale appliquée aux matières agricoles.

Agriculture. — Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir. — M. E. Lecouteux, professeur, ouvrira son cours le mardi 10 janvier. — Objet des leçons : Abaissement du prix de revient des produits agricoles. — La terre; ses aptitudes productives, sa valeur foncière et locative. — Travaux d'exploitation du sol. — Défrichement des landes. — Engrais. — Assolements. — Culture des fourrages, des céréales, des plantes industrielles.

Travaux agricoles et génie rural. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. N... professeur. — M. Ch. de Comberousse, suppléant, a ouvert ce cours le samedi 5 novembre. — Objet des leçons : Bâtiments ruraux : habitations et dépendances; logements des animaux. — Constructions et machines d'intérieur servant à la conservation et à la préparation des récoltes.

Filature et tissage. — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. Joseph Imbs, professeur, a ouvert ce cours le jeudi 3 novembre. — Objet des leçons : Tissage par croisements rectangulaires; tissus simples, façonnés, damassés, brochés; velours, etc., etc. — Rubanerie. — Tissage par croisements hélicoïdaux; tulles, dentelles, etc. — Tissus à mailles et tissus à nœuds. — Passementerie. — Apprêt des tissus. — Confections; machines à coudre, etc.

Économie politique et législation industrielle. — Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir. — M. E. Levasseur, professeur, a ouvert ce cours le vendredi 4 novembre. — Objet des leçons : Législation industrielle. — Droits et devoirs du commerçant. — Propriété industrielle : brevets d'invention, marques de fabrique. — Sociétés commerciales. — Réglementation industrielle. — Monopoles. — Législation du crédit; effets de commerce, banques. — Bourses. — Tarifs de douanes. — Tribunaux de commerce. — Faillite, banqueroute.

Économie industrielle et statistique. — Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir. — M. J. Burat, professeur, a ouvert ce cours le vendredi 4 novembre. — Objet des leçons : Notions générales de géographie physique et commerciale. — Causes et conséquences de la différence des climats. — Revue géographique et statistique des principaux produits des industries agricole, minérale et manufacturière, au triple point de vue de la production, du commerce et de la consommation.

Droit commercial. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Malpert, professeur, a ouvert ce cours le samedi 5 novembre. — Objet des leçons : Le commerçant français dans ses rapports avec l'étranger; législation douanière; droit maritime; assurances diverses. — Liquidation de la maison de commerce; faillites.

— Faculté des sciences de Paris. — Le 17 janvier, M. Sauvage a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse sur les propriétés des fonctions définies par un système d'équations différentielles linéaires et homogènes à une ou plusieurs variables indépendantes.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

Paris. — Impr. C. Claye. — A. Quantin et Cie, r. St-Benoît. [2011]

LA
REVUE SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 4 28 JANVIER 1882

PSYCHOLOGIE

ASSOCIATION DES MÉDECINS MILITAIRES ALLEMANDS

M. É. DU BOIS-REYMOND

L'exercice.

C'est én forgeant qu'on devient forgeron.

Quoique notre respect pour les Romains comme peuple civilisateur ait légèrement diminué dans ces derniers temps, cependant leur organisation militaire excitera toujours l'admiration unanime. Les Grecs dénommaient leur armée d'après le camp, les Macédoniens d'après l'ordre de bataille. Pour les Néo-Latins, l'*armée* est la force armée; les Allemands, à ce qu'il semble, voyaient surtout dans l'*armée* la réunion des guerriers pour une expédition commune. Les Romains, au contraire, comme Gibbon le fait déjà observer, nommaient leur armée d'après l'*exercice*. Le gymnase grec se proposait principalement le développement harmonieux de l'individu sans aucun but politique déterminé ; l'exercice méthodique et continuel des troupes, le Champ de Mars, doivent être considérés comme des institutions romaines, pour cette raison même que la guerre était l'état naturel de la république romaine.

Anéanties par les masses barbares, les armées régulières disparurent pendant dix siècles de la scène du monde, et les plus grands différends des hommes, tels que la lutte entre le christianisme et l'Islam, furent réglés à l'aventure par des combats singuliers, comme le fut autrefois devant Troie la querelle de quelques clans pour une belle femme. Avec le réveil de la civilisation ancienne à l'aurore des temps modernes, l'exercice des troupes rentra dans ses droits. Aujourd'hui cela ne fait doute pour personne que, toutes circonstances à peu près égales d'ailleurs, l'armée la mieux exercée ne remporte la victoire. Mais probablement il n'exista jamais guère d'armée qui méritât le nom d'*exercitus* mieux que l'armée prusso-allemande. Devant une assemblée de médecins de cette armée, il ne sera donc pas hors de propos de soumettre l'*exercice* en lui-même à un examen physiologique un peu attentif. Non seulement il peut en résulter quelque règle utile, mais ce sujet mérite aussi une place à l'ordre du jour de la science.

Des exagérations puériles ont discrédité chez un grand nombre de personnes la théorie darwinienne à tel point que je n'ose sans hésitation me placer ici à son point de vue. Et cependant, quelque système que l'on adopte, on ne pourra pas défendre à la science, qui veut se rendre le monde intelligible, de se représenter dès l'abord le monde comme une chose intelligible, puisque, selon la remarque évidente de Helmholtz, elle est obligée de partir de cette hypothèse, si ses recherches ne doivent pas, dès le début, présenter une contradiction. L'intelligence mécanique seule est la science; là où le surnaturalisme commence, la science cesse. De même donc que le juriste proclame le droit, sans se préoccuper de l'équité et des circonstances atténuantes, de même le savant pense mécaniquement, sans se préoccuper dans ses raisonnements des croyances que le temps a sanctifiées; concilier ces raisonnements avec ces croyances, cela ne rentre pas dans sa sphère.

Je vais plus loin. La théorie de Cuvier des créations répétées, suivies de cataclysmes répétés, n'est plus soutenable depuis que Lyell a démontré que la géologie peut se passer de cataclysmes généraux, et que Darwin a ajouté que les espèces se transforment. Comme conséquence on ne pouvait plus, d'après les lumières de la raison, attribuer à la toute-puissance créatrice que le seul acte d'avoir jeté un premier germe de vie dans la nature auparavant inanimée. Mais alors n'est-il pas plus simple et plus digne de cette toute-puissance de penser qu'elle a créé immédiatement la matière avec

le pouvoir de produire d'elle-même la vie, dans des circonstances données, sans nouvelle assistance ?

C'était l'opinion de Leibniz, ce qui veut dire que même l'esprit le plus circonspect n'a pas besoin de reculer devant elle. Le devoir de la science est donc de montrer comment l'inorganique a produit la vie purement mécanique, et comment de ce premier degré de vie est sortie d'une façon purement mécanique la nature organique actuelle.

Si l'on réussissait à établir, sans laisser d'intervalle, une échelle des êtres d'après la théorie de la descendance, nous saurions comment, pendant des périodes incommensurables et à travers d'innombrables générations, la série des êtres vivants s'est développée d'après certaines normes qui nous apparaissent comme les lois de l'organisation. Mais par là le problème serait seulement à moitié résolu.

Les êtres vivants ont une conformation appropriée à leur but et aux conditions extérieures de la vie ; ils l'ont eue de tous temps ; en se transformant avec leur milieu, ils se sont non seulement appropriés à de nouvelles conditions, mais ils se sont aussi perfectionnés en prenant ce mot dans le sens purement humain. En nous plaçant à ce point de vue, la nature organique nous apparaît non seulement comme une machine, mais comme une machine qui se perfectionne elle-même.

Pour résoudre cette seconde moitié du problème, il faut prouver que les êtres conformés suivant un but ont une origine mécanique, et le seul essai fait jusqu'ici dans cette voie avec quelques chances de réussite, c'est la théorie de la sélection. Malheureusement dès que cette théorie cherche à prendre pied sur le terrain solide des réalités en descendant des nuages des possibilités générales où elle se meut en toute liberté, elle rencontre des difficultés presque insurmontables. Rien de plus facile que de ridiculiser la théorie de la sélection naturelle et sexuelle. Mais celui qui recherche la vérité saisira avec empressement tous les moyens qui peuvent contribuer d'une façon quelconque à la solution du problème. N'est-ce pas une rencontre pleine de promesses qu'en vertu de l'exercice, des êtres vivants supérieurs représentent des machines qui se perfectionnent elles-mêmes, comme nous en avons reconnu une dans l'ensemble des êtres vivants ?

De ces hauteurs lointaines de la science, qui sont la véritable métaphysique de nos jours, transportons-nous dans une forge. L'apprenti qui manie le marteau aujourd'hui pour la première fois se fatigue vite malgré sa forte musculature et entre en transpiration ; en prenant un fer à cheval de la main du maître forgeron, il se brûle les doigts. Quelques années après, il exécute, sans transpirer, le tour de force dont il est question dans la théorie mécanique de la chaleur, il fait rougir, en le forgeant, un fer froid, et il ne craint plus de toucher le métal brûlant. Que s'est-il passé ?

D'abord, les bras de l'apprenti ont gagné en volume, leurs muscles ont augmenté de tension à l'état du plus grand raccourcissement. Si nous avions pu peser les muscles du bras au commencement de l'apprentissage et si nous pouvions les peser maintenant, nous trouverions une augmentation dans le poids ; de même que, d'après Édouard Weber, la musculature du côté droit du corps pèse davantage que celle du côté gauche. Les muscles sont donc les machines dynamiques les plus parfaites, non seulement en tant qu'ils utilisent le plus complètement la matière employée à les mettre en activité, non seulement en tant que, d'après Heidenhain, leur force, dans le cours d'une seule et même expérience, augmente avec le travail qu'on leur demande ; mais ils ont encore sur toutes les machines construites de main d'homme cet avantage que le travail fréquent les fortifie et les rend plus aptes à supporter les fatigues ultérieures. Il est inutile de démontrer que l'effet de l'exercice sur les muscles est direct et local et qu'il ne provient pas de l'effet favorable de l'exercice sur l'organisme total. Déjà les Grecs remarquèrent, en le blâmant, le développement disproportionné des bras chez les pugilistes, des jambes chez les coureurs, et nous voyons le pendant chez nos ferrailleurs et danseurs de ballets. Dans quelques cas même, l'effet local produit par l'exercice est préjudiciable au tout, par exemple, quand le muscle du cœur s'hypertrophie par suite de résistances excessives.

D'autre part, le chirurgien ne sait que trop bien que les muscles d'une articulation ankylosée, luxée ou immobilisée par un bandage s'atrophient ; il en est de même des muscles dont les nerfs ont été coupés ou paralysés. On connaît le rôle que ce dernier fait, mal interprété par les physiologistes anciens, a joué dans la question de l'irritabilité musculaire hallérienne jusqu'au moment où John Reid — à une époque où les expériences sur les animaux vivants n'étaient pas encore défendues en Angleterre — enseigna à maintenir l'activité des muscles privés de leur innervation naturelle, en les électrisant à des intervalles suffisamment rapprochés, expérience qui trouva une application importante dans la chirurgie et la névropathologie.

Même dans l'état de santé les muscles inactifs s'étiolent ; ils deviennent pâles et débiles, comme le sont les muscles auriculaires de la plupart des hommes. C'est à tort cependant qu'on a admis que la rougeur des muscles était généralement le signe d'une plus grande vigueur par suite d'efforts répétés. Selon M. Ranvier, les lapins et les raies ont naturellement les uns à côté des autres des muscles rouges et pâles qui se distinguent par leur structure et le temps qu'ils mettent à se raccourcir, sans qu'on puisse dire que les uns travaillent plus que les autres, et sans qu'on ait pu jusqu'aujourd'hui montrer l'utilité de cet arrangement.

On sait peu de chose de la constitution microscopique des muscles qui sont exercés et de ceux qui ne le sont pas. Contrairement au bétail à l'engrais, les bêtes de travail ont les faisceaux primordiaux plus épais et le sarcolemme plus épais, ce qui est la cause de leur moindre valeur nutritive. D'après la terminologie de M. Virchow, il y a donc eu excitation nutritive. Dans les muscles dont le volume a diminué par suite de non-emploi on remarque, au contraire, comme dans l'atrophie progressive, une métamorphose graisseuse, contre laquelle pourtant le muscle du cœur n'est pas protégé, comme on le sait, par son activité incessante.

La contraction musculaire est accompagnée de modifications chimiques. Le sang provenant de muscles tétaniques est plus foncé que celui qui sort de muscles inactifs; les premiers consument plus d'oxygène et forment une plus grande quantité d'acide carbonique. Un acide, qui donne au tournesol une couleur rouge constante, probablement l'acide lactique dextrogyre, y est mis en liberté. Leur teneur en eau et la quantité de matières solubles dans l'alcool augmentent, tandis que la quantité des matières solubles dans l'eau diminue, ce qui provient probablement de ce qu'une certaine quantité de glycogène est consumée dans la contraction. La teneur en albumine reste approximativement la même; cependant les dérivés des albuminoïdes connus comme bases de la chair apparaissent en plus grande abondance. C'est pourquoi le muscle qui est soumis à un rude travail jusqu'au bout, le cœur, a été pour le chimiste une mine riche en corps de ce genre, et Liebig a trouvé que la chair d'un renard tué à la chasse est dix fois plus riche en créatine que celle d'un renard tenu en captivité.

Malheureusement nous sommes encore loin de comprendre la connexité entre ces différents phénomènes et leur relation avec le raccourcissement musculaire, c'est-à-dire avec la transposition des substances isotropes et anisotropes dans la fibre musculaire, avec la transformation des forces mécaniques, thermiques et électriques. Nous savons seulement que nous avons affaire ici à une accélération et à une modification dans une transformation de matière qui a déjà lieu pendant le repos, et surtout à une oxydation de substances non azotées, où il se produit de la chaleur en apparence inutile à côté d'un travail mécanique. Les muscles au repos sont déjà le siège principal de la respiration et de la formation de la chaleur dans le corps animal. Le muscle peut être comparé à une locomotive tenue en réserve dans le magasin, qui ne laisse pas de consommer déjà une certaine quantité de charbon. On peut chaque instant l'attacher à un train en partance ou l'envoyer au secours d'un train en détresse; mais en même temps qu'elle entre en action, elle consomme plus de matière et dépense plus de chaleur. Ludwig et Sadler ont montré en outre qu'abstraction faite d'obstacles mécaniques, le sang circule plus facilement et plus abondamment dans les vaisseaux du muscle en travail. Il en résulte seulement que du combustible nouveau y est apporté en plus grande abondance, mais aussi que les cendres — si j'ose me servir de cette expression — sont enlevées du gril du foyer musculaire. En effet, M. Ranke et M. Hermann Roeber ont découvert que l'acide formé pendant le travail musculaire diminue la capacité de production électrique et mécanique du muscle, le fatigue chimiquement, comme nous disons habituellement, sans qu'il nous soit possible d'ailleurs de nous imaginer une autre fatigue du muscle qu'une fatigue chimique.

Si nous n'avons qu'une idée fort imparfaite du mécanisme chimique de la contraction musculaire, nous savons encore moins, au point de vue chimique, pourquoi le muscle se fortifie par l'exercice; comment il devient plus apte au travail par une oxydation plus forte, pourquoi il se débilite quand les modifications qui ont lieu pendant qu'il travaille cessent de se produire. La pensée la plus naturelle semble être que ces effets proviennent uniquement de l'augmentation et de la diminution dans l'apport du sang pendant le travail et le repos; cependant cet apport de sang présente encore trop de côtés obscurs pour qu'il ne soit pas téméraire de décider dès maintenant la question en ce sens. La chimie n'a pas encore su établir une différence nette entre les nombreuses variétés de la chair musculaire, et elle n'expliquera pas de sitôt ce fait rapporté depuis longtemps dans les traités de physiologie, savoir que le gibier des parcs anglais a un goût fade.

Il faut encore mentionner ici une expérience subjective. Aussi longtemps que le muscle se fortifie par l'exercice, il nous cause des douleurs pendant plusieurs jours lors du mouvement ou en le soumettant à la pression. Celui-là même qui a été exercé jusqu'à être insensible à tous les efforts nous fait mal quand nous le faisons travailler de nouveau après un long repos, comme nous pouvons l'observer au commencement d'un voyage à pied ou à cheval. Celui qui après avoir longtemps interrompu les exercices gymnastiques n'éprouve pas de douleurs musculaires en les recommençant ne fait plus de progrès. Après des convulsions épileptiques, les muscles restent douloureux. Si l'on essaye d'attribuer aux nerfs des tendons, des articulations, de la peau et aux corpuscules paciniques le sens musculaire, il est cependant impossible de croire qu'ils transmettent la douleur dans le tétanos et la trichinose. Malgré le travail de Sachs, la question des nerfs pathiques qui servent de véhicule à ces douleurs n'est pas encore élucidée. Quelque part et de quelque manière qu'ils se terminent, ils transmettent sans doute les douleurs musculaires ressenties après un effort.

Quelque peu que nous sachions du perfectionnement des muscles par l'exercice, ce perfectionnement a été démontré dès la plus haute antiquité et est relativement le côté de la question le mieux connu; c'est pourquoi il paraît propre à servir de paradigme pour les phénomènes analogues qui apparaissent dans d'autres tissus. En réalité, il s'agit maintenant de savoir si, outre les muscles striés, il existe encore d'autres tissus qui par l'exercice fréquent de leurs fonctions dans l'économie animale deviennent aptes à mieux remplir ces fonctions. D'après ce que nous avons dit plus haut, nous pouvons, avec quelque raison, remplacer cette question par cette autre à laquelle il est quelquefois plus facile de répondre, à savoir : existe-t-il encore d'autres tissus qui s'étiolent parce qu'ils ne remplissent pas leurs fonctions.

Il n'y a point de preuve physiologique que les muscles lisses se fortifient par l'exercice. Malgré un exercice continuel, l'adaptation de l'œil pour la vue à proximité diminue avec l'âge d'après une loi déterminée ; mais on ne peut pas en conclure que le muscle de Brücke ne se fortifie pas dans les premières années, car cette augmentation de force pourrait être plus que compensée par la raideur croissante des tissus et par l'élasticité moindre du cristallin. L'assertion d'après laquelle les hommes que leurs occupations n'obligent pas de regarder de près voient mal de près indique que le manque d'exercice affaiblit le muscle de Brücke. L'utérus n'a pas l'occasion de s'exercer, puisqu'il entre seulement en ac-

tivité à de longs intervalles et qu'en outre il s'y développe chaque fois en partie de nouvelles fibres. Nous ne savons rien des mouvements de l'estomac musculaire des oiseaux, qui d'ailleurs forme déjà la transition aux muscles striés. D'autre part, des faits pathologiques, tels que l'hypertrophie des muscles de la vessie et du pylore en présence de trop grandes résistances, ne laissent aucun doute que les muscles lisses se fortifient par le travail comme les striés. Ces faits fournissent un fondement empirique à la conjecture de M. Rosenthal, d'après laquelle la préservation contre les refroidissements, grâce aux bains froids et aux ablutions froides, est due à l'exercice des muscles lisses de la peau et de leurs vaisseaux qui ont pour fonction de diminuer le coefficient de refroidissement du corps dans un milieu froid. Les ablutions froides et les bains froids sont une gymnastique des muscles lisses de la peau.

Le jeune forgeron dont il a été question plus haut a acquis encore un autre avantage outre une plus grande vigueur dans les muscles de ses bras, il ne s'est plus brûlé.

Chacun sait qu'aux endroits de la peau qui sont fréquemment exposés à la pression, au frottement, au contact d'objets brûlants ou de liquides corrosifs, il y a un développement anormal de l'épiderme. Le maniement des outils, des rames, les exercices gymnastiques aux barres produisent des callosités, particulièrement à la surface intérieure des extrémités des os du métacarpe; en soufflant le verre, on en gagne à la surface intérieure des doigts. Les callosités sont souvent précédées d'ampoules. Au lieu de la callosité, il se produit aussi sous la pression de chaussures trop étroites le développement anormal de l'épiderme connu sous le nom de cor. La callosité et le cor ont été complètement étudiés au point de vue histologique, cependant nous ne savons pas encore d'une façon certaine pourquoi nous voyons apparaître ici la callosité utile, et là le durillon douloureux; à plus forte raison, ne possédons-nous pas de théorie de ces phénomènes. Ils sont compris sous ce que M. Virchow appelle l'excitation formative des groupes cellulaires, et qu'il considère de même que l'excitation nutritive comme une conséquence d'une propriété générale et fondamentale des organismes élémentaires. Un apport plus considérable de matière, causé principalement par un afflux de sang plus considérable, a également lieu ici. Comme il est impossible de penser à une *vis a fronte,* l'élargissement des vaisseaux est le seul moyen de comprendre ce phénomène, et ainsi nous nous trouvons en face d'une porte fermée devant laquelle déjà bien d'autres problèmes sont accumulés: à savoir la question de savoir quelle est la différence entre l'inflammation et la paralysie des vaisseaux. Mais notre cas a cela de particulier, que la peau protégée par les callosités rend maintenant, comme le muscle exercé, de meilleurs services dans les occasions analogues. La callosité représente dans le cas spécial un perfectionnement de l'organe préhenseur. Les muscles aussi présentent une excitation formative; le contenu des faisceaux primordiaux est poussé par une excitation locale à la nucléation; cependant l'excitation avantageuse du muscle par l'exercice semble à première vue être uniquement ou principalement d'espèce nutritive.

De même que la peau devient insensible par les callosités au contact fréquent de corps brûlants, de même elle s'adapte à l'ardeur du soleil par l'érythème et une modification concomitante qui se manifeste par un développement du pigment, quoique le pigment favorise l'absorption des rayons. Peut-être ce phénomène se rattache-t-il à ce fait qu'il est avantageux pour les animaux d'avoir le côté éclairé par le soleil d'une coloration foncée; c'est pourquoi, selon l'observation de M. Moseley à bord du *Challenger,* le ventre même de l'*echeneis remora* devint foncé, le dos de couleur claire. Il est à remarquer que le rayonnement des sources artificielles de chaleur d'une température relativement basse, et qui sont pauvres en rayons réfrangibles, agit autrement sur la peau que le rayonnement du soleil. Ceux qui travaillent au feu sont pâles; il s'agirait de faire des expériences pour savoir si la lumière électrique qui remplace la lumière solaire dans son action sur les plantes la remplace également dans son action sur la peau.

Les formations cornées dont on fait trop rarement usage deviennent impropres à remplir leur fonction. D'après Darwin, le développement anormal des sabots des chevaux et des bêtes à cornes sur le sol mou et tourbeux des îles Falkland en fournit un exemple remarquable. Sur un sol sec et pierreux le sabot des chevaux se durcit au contraire, comme Xénophon l'enseigne déjà dans son *Traité de l'équitation,* traduit par Paul-Louis Courier. C'est pourquoi les poulains élevés sur un sol de ce genre n'ont pas besoin d'être ferrés.

On pourrait rappeler ici, comme une espèce de callosité interne, l'ostéome aux cuisses chez les cavaliers, l'ostéome des épaules chez les fantassins, qui à la suite du nouvel armement et des modifications dans l'exercice n'est pas devenu plus rare, mais a passé de gauche à droite. Leur formation offre un problème spécial à la théorie des *ostéoblastes.* Ces fossilications ne procurent aucun avantage à celui qui en est affligé; aussi ne comptent-elles pas parmi les cas de perfectionnement à l'aide de l'exercice. Je m'écarterais de mon sujet et j'entrerais dans un domaine trop obscur si je ne me bornais pas ici à mentionner simplement que Ludwig Fick a cru pouvoir faire dériver de l'exercice pendant la vie fœtale et les premiers jours de l'existence, l'adaptation de la forme des articulations à leur fonction. Faut-il croire que la belle structure de la substance spongieuse des os dans les épiphyses, découverte par M. Hermann Meyer et étudiée dans ses détails par M. Julius Wolff, repose sur une excitation nutritive et formative dans les directions de la plus grande pression et de la plus grande traction? L'influence funeste du manque d'exercice nous est révélée dans cette région par le développement anormal des dents des rongeurs quand leur nourriture est trop tendre ou après la section du trijumeau.

Le perfectionnement à l'aide de l'exercice présente un caractère particulier, plutôt mécanique que chimique et physiologique, dans d'autres membres de la série des substances conjonctives. Les mouvements des os dans les articulations deviennent plus faciles à force d'exercice; la mobilisation, à l'aide de l'exercice, des articulations raidies réussit assez bien

à l'orthopédie. La souplesse extraordinaire de ce qu'on appelle les hommes de caoutchouc trouve son explication, d'après M. Henke, dans la flexibilité des ligaments, dans l'ostéolyse des surfaces-*butoir*, dans le rayon de courbure plus petit des surfaces de frottement, mais surtout dans le développement des fibres charnues aux dépens des tendons. Peut-être aussi s'est-il développé dans les ligaments de leurs articulations du tissu élastique. L'exercice donne-t-il à ce tissu lui-même une plus grande élasticité dans les cordes vocales? c'est là une question qui attend encore sa solution.

Si nous voulons être complets, il faut encore parler ici de la facilité qu'éprouvent les multipares à expulser leur fruit; cette facilité est acquise à la vérité au prix de plus grands dangers que présentent les hémorragies secondaires. Comme perfectionnement dû à un effort, on peut encore citer, quoiqu'elle appartienne à un autre domaine, l'action réflexe des seins sur l'utérus, plus forte chez les multipares, et produisant les douleurs qui succèdent à l'enfantement.

Il existe encore un tissu qui augmente sa productivité à l'aide de l'exercice, c'est celui des glandes. Tout le monde sait que les glandes génitales, la glande mammaire et les testicules peuvent rester à l'état de repos pendant des années, même pendant la vie entière, et que dans cet état leur tissu subit une forte transformation régressive; ce qui se remarque normalement chez les animaux pendant les intervalles où ils ne sont pas en chaleur. Inversement, par des alternatives convenables de repos et d'activité, les glandes génitales sont amenées à un degré étonnant de productivité, comme le prouvent les étalons dans les haras, les vaches à lait, les brebis et les chèvres. Si la glande mammaire n'est plus tétée, si le pis n'est plus trait, ils tarissent et deviennent inertes, jusqu'à ce qu'une nouvelle excitation sympathique parte de l'utérus. On ne peut pas prouver directement que les glandes qui sécrètent les sucs digestifs se comportent de la même manière; cependant il faut croire qu'un tube digestif, avec ses appendices glandaires, excité tous les jours par quelques bons repas, dispose d'une plus grande quantité de salive, de fiel, de suc gastrique, pancréatique et entérique, que celui d'un anachorète. Les reins d'un fort buveur de bière laissent passer une quantité incroyable de liquide. Enfin, si on lit dans les descriptions des mœurs du dernier siècle les épanchements continuels de larmes des hommes et des femmes de cette époque, on ne peut s'empêcher de supposer que leurs glandes lacrymales avaient acquis par l'exercice une telle productivité. Nous ne savons rien du perfectionnement interne des glandes par l'exercice, de même que le processus de la sécrétion est pour nous lettre close. Comme ce processus provoqué par les nerfs est différent dans chaque glande, qu'ici l'épithélium se développe, que là il se décompose en corps gras, qu'ailleurs il persiste sans changement, mais absorbe ou élimine des substances ou les laisse passer en les modifiant, le problème semble doublement compliqué, et l'explication d'après laquelle il s'agirait ici en dernière analyse d'un plus fort apport de substance et d'une innervation plus fréquente ressemble à un pauvre expédient.

Le concept de l'exercice, tel que nous l'avons envisagé jusqu'ici, passe ainsi peu à peu à celui de l'habitude à des principes délétères, de telle sorte que je suis tenté de mentionner également la capacité de l'organisme de s'exercer à supporter certains poisons. Sans parvenir aussi loin que le roi Mithridate, beaucoup de personnes sont cependant arrivées à supporter, sans grand dommage, l'alcool, la nicotine et les alcaloïdes de l'opium; les Allemands du Nord ne supportent que trop bien le poison humain de Pettenkofer (Anthropotoxine *mihi*) dans des salles mal aérées, dans les coupés de chemin de fer, etc., tandis que les peuples habitués aux cheminées, particulièrement les Anglais, sont si sensibles à cet égard. Sans doute il est impossible de donner le nom de perfectionnement à cet endurcissement.

Peut-être, messieurs, attendez vous depuis longtemps avec un étonnement impatient que je vienne à parler de l'objet qui s'est présenté le premier à votre esprit lorsque vous avez entendu dire que j'avais l'intention de faire une leçon sur l'exercice. Par le mot exercice, on entend habituellement la répétition fréquente d'un travail du corps plus ou moins compliqué avec la coopération de l'intelligence, ou même d'un travail intellectuel seul que l'on exécute dans le but d'y mieux réussir. Mais ce n'est pas sans intention que j'ai différé jusqu'ici de parler de ce genre d'exercice, parce qu'il est distinct de ceux mentionnés auparavant, quoique ces derniers puissent coexister avec lui. Jusqu'aujourd'hui on n'a pas suffisamment tenu compte de cette différence fondamentale. Le plus souvent on cherche en vain dans les manuels de physiologie quelques enseignements sur l'exercice; s'il s'en trouve, l'auteur entend par ce mot les exercices du corps qui sont alors représentés simplement comme des exercices musculaires. C'est pourquoi il n'y a pas lieu de s'étonner que des hommes étrangers à la médecine, des professeurs de gymnastique et des instituteurs, même des médecins, partagent cette fausse manière de voir.

Cependant il est facile de montrer combien cette opinion est erronée et de prouver que les exercices du corps tels que la gymnastique, l'escrime, la natation, l'équitation, la danse, le patinage sont plutôt des exercices du système nerveux central, du cerveau et de la moelle épinière. Sans doute ces mouvements exigent un certain degré de force musculaire. Mais on peut se représenter un homme ayant des muscles comme l'Hercule Farnèse et qui soit cependant incapable de se tenir debout, de marcher, et à plus forte raison d'exécuter des mouvements plus compliqués. Pour cela, il faut simplement le supposer privé du pouvoir d'ordonner et de combiner ses mouvements d'une façon convenable, de le chloroformer par exemple, ou de l'enivrer comme Polyphème.

Cet exemple prouve clairement — si une démonstration était nécessaire — que chaque acte de notre corps considéré comme appareil de mouvement repose plutôt sur une coopération régulière des muscles que sur l'énergie de leur raccourcissement. Pour exécuter un mouvement composé, par exemple un saut, il faut que les muscles se mettent à agir dans une succession convenable et que l'énergie de chacun

en particulier (dans le sens de Helmholtz) augmente, persiste, cesse d'après une loi déterminée, afin que le résultat soit une position déterminée des membres et une vitesse déterminée du centre de gravité dans la direction convenable. Nous savons encore peu de chose de la manière dont nous faisons varier d'après une certaine loi, l'énergie des muscles, puisque les recherches faites jusqu'à nos jours nous ont seulement fourni quelques lumières sur les secousses après une excitation instantanée et sur le tétanos. Quoique cela n'ait pas précisément lieu dans ces deux cas extrêmes, on a cependant des raisons d'admettre qu'en général le muscle normal obéit ponctuellement au nerf, et que ses contractions sont déterminées à chaque instant par l'état d'excitation du nerf dans un moment immédiatement antérieur. Or, comme les nerfs eux-mêmes transmettent seulement les impulsions provenant des cellules ganglionnaires motrices, il est évident que le véritable mécanisme des mouvements composés a son siège dans le système nerveux central; par conséquent, s'exercer à de pareils mouvements revient au fond à exercer le système nerveux central. Celui-ci possède cette qualité précieuse que des séries de mouvements, qui ont fréquemment lieu dans son sein d'après une loi déterminée, se reproduisent facilement dans le même ordre, augmentant, diminuant d'intensité et s'enchaînant régulièrement, aussitôt qu'une impulsion de la volonté le demande. Tous les exercices corporels énumérés plus haut ne sont donc pas seulement une gymnastique des muscles, mais encore et spécialement une gymnastique des nerfs, si, pour abréger, nous entendons par nerfs le système nerveux tout entier.

Jean Müller, dont les exposés contenus dans le deuxième volume du *Manuel de physiologie* me paraissent encore à présent être ce qu'on a publié de mieux sur la théorie du mouvement, avait déjà reconnu cette double nature des exercices du corps ; cependant il n'y insiste pas suffisamment. En revanche, il a été le premier, je crois, à faire une remarque qui confirme d'une manière péremptoire la vérité de notre assertion, c'est que le perfectionnement dans les exercices du corps consiste souvent presque autant dans l'élimination de mouvements concomitants inutiles que dans la familiarisation avec les mouvements nécessaires. Voyez ce garçon vigoureux qui monte pour la première fois l'échelle avec les mains. Quoique cela ne lui serve de rien, il agite les jambes chaque fois qu'il avance les bras. Après quelques semaines, il étend élégamment les articulations des hanches, des genoux, des pieds et tient les jambes serrées l'une contre l'autre. C'est la suppression des mouvements concomitants qui nous fait inconsciemment prendre plaisir à voir marcher le soldat exercé, le gymnaste habile, et même l'homme bien élevé; leur déchaînement marque le commencement de la chorée. Nous ne savons rien du mécanisme de la suppression des mouvements concomitants, cependant il est évident que là où, par suite de l'exercice, certains muscles restent en repos, le fruit de l'exercice ne consistait pas à leur donner plus de vigueur.

Quand on fait de grands efforts continus, des ascensions, des courses gymnastiques, le cœur se met à battre plus vite et plus fort et nous éprouvons la sensation de l'essoufflement ; on est, comme on dit, hors d'haleine. D'après Jean Müller, cela vient de ce que le cœur se met à se mouvoir de concert ; d'après une communication orale que m'a faite M. Traube, cela vient d'un excès d'acide carbonique produit dans les muscles en travail. Quoi qu'il en soit, l'exercice diminue ces palpitations. Cette diminution serait-elle le fruit de l'intervention du pneumo-gastrique?

La transpiration à la suite d'efforts peut aussi être conçue comme une sécrétion concomitante, de même que la sécrétion plus abondante de salive quand on parle ou quand on mâche à vide. La diminution dans la transpiration de notre jeune forgeron après l'apprentissage serait en ce cas la suppression, grâce à l'exercice, de cette sécrétion concomitante qui peut être comparée à un mouvement concomitant. Sans doute les battements du cœur et la transpiration sont involontaires, et dès lors, il est fort douteux que l'on puisse admettre leur suppression à l'aide de l'exercice.

Dans la plupart des mouvements composés, il y a encore à envisager autre chose que l'empire exercé sur les muscles par le système des nerfs moteurs. L'œil, le sens de la pression, le sens musculaire (puisque M. Baginski a enlevé de nouveau aux canaux demi-circulaires du labyrinthe auriculaire leur fonction statique), enfin l'âme doivent être tous prêts à se rendre constamment compte de la position du corps, afin que le clavier des muscles soit correctement touché, comme cela ressort nettement dans l'escrime, le jeu de billard, la danse sur la corde, la voltige sur un cheval lancé au galop, la descente rapide d'une côte escarpée. Ainsi ce n'est pas seulement le système des nerfs moteurs, ce sont encore le système des nerfs sensibles et les fonctions psychiques qui sont susceptibles d'être exercés et qui ont besoin de l'être : voilà encore un amoindrissement de l'importance des muscles pour la gymnastique.

Ce qu'on a dit ici des mouvements grossiers du corps se rapporte également à l'habileté de la main pour toute sorte d'ouvrages. Quoiqu'il soit impossible de se représenter un Listz, un Rubinstein sans une très forte musculature des bras, et que les mouvements de l'archet de Joachim pendant une symphonie soient peut-être équivalents à un grand nombre de kilogrammètres, cependant leur virtuosité a son siège dans leur système nerveux central. L'adresse du tourneur, du mécanicien, de l'horloger, du souffleur et du polisseur de verre, l'habileté de l'anatomiste et du chirurgien, l'écriture et le dessin, les travaux manuels des femmes, tels que la couture, le tricot, le crochet, la dentelle, enfin les opérations journalières auxquelles on ne prête plus guère d'attention, mais qui sont néanmoins exécutées avec plus ou moins d'art, telles que s'habiller et se déshabiller, manier l'éponge, le peigne, la brosse, le couteau, la fourchette, ne sont-ce pas là, en dernière analyse, des liaisons acquises entre les actions de cellules ganglionnaires qui, après avoir eu lieu souvent dans une succession déterminée, se reproduisent maintenant de la même manière avec une très grande facilité, s'enchaînant, s'arrêtant, recommençant, comme les voix dans une fugue artistement agencée ?

Quand Lessing demanda si Raphaël, né sans mains, n'en eût pas moins été un grand peintre, il pressentait cette vérité. Est-il nécessaire d'ajouter que ce que nous avons dit des mains est également vrai pour tous les autres mouvements, que, par exemple, l'exercice de la voix repose sur les mêmes principes. Les chanteurs et les chanteuses n'ont pas seulement besoin de cordes vocales bien vibrantes, de solides muscles inspirateurs et laryngiens, de conduits aériens bien résonnants; tout cela, considéré en soi-même, ne leur est pas d'une plus grande utilité qu'un stradivarius à un bûcheron; à proprement parler, leur talent a sa source dans la substance grise au fond du quatrième ventricule. Ici siège également, obéissant, à la vérité, à des ordres supérieurs qui sont transmis à travers le tiers postérieur de la troisième circonvolution frontale gauche, le rouage du mécanisme du langage, comme la paralysie bulbaire, à l'occasion, ne le prouve que trop.

Tous ces phénomènes présentent ce caractère particulier, que plus un mouvement composé est souvent répété, plus l'activité du système nerveux central qui y préside devient inconsciente. A la fin, il est impossible de distinguer cette dernière de l'un de ces mécanismes nerveux établis par la nature elle-même, je veux parler des mouvements réflexes et concomitants involontaires. Déjà Erasmus Darwin (le grand-père du célèbre Darwin) remarque que celui qui apprend à tourner *veut* d'abord chaque mouvement de la main, jusqu'à ce qu'enfin ces actes se confondent avec l'effet, de façon que sa volonté semble résider dans le tranchant de son ciseau, c'est-à-dire qu'il lui donne inconsciemment la direction exigée.

L'exercice se manifeste encore dans le système nerveux, indépendamment de tout mouvement, en agissant seulement sur son côté purement sensible. Il augmente la délicatesse et la justesse de l'ouïe musicale et nous fait saisir les tons secondaires, les intervalles inexacts, les dissonances légères. Il fortifie dans la rétine le sens des distances et des couleurs, et nous enseigne à estimer à vue d'œil; d'après la théorie empirique, c'est lui qui nous apprend à voir. Certainement il nous enseigne l'art difficile de la lecture rapide, il nous apprend à saisir des phénomènes fugitifs, tels que la déviation brusque d'une aiguille aimantée, et à aligner, en visant la visière, le bouton et le noir de la cible. Il nous fait apercevoir les images persistantes sur la rétine, nous apprend à comprendre à première vue les images microscopiques qui d'abord nous apparaissent comme un embrouillement inintelligible. Sans doute, dans ce dernier cas, il est naturellement difficile d'établir la limite entre l'exercice du sens et cet exercice du jugement sur les impressions visuelles qui s'appelle *visus eruditus*. De même que l'exercice enseigne à supprimer des mouvements musculaires inutiles, de même il nous apprend à négliger des images inutiles, les images doubles des points qui ne sont pas situés dans l'horoptère, les impressions visuelles de l'œil inoccupé quand nous regardons à travers des instruments optiques. Cependant aucun exercice ne semble violer la loi fondamentale d'après laquelle nous ne pouvons seulement appliquer notre attention que d'une manière passagère et avec effort à des points de la rétine situés dans le domaine de la vision indirecte.

Quoique émoussé pour les mauvaises odeurs, le nez du chimiste rivalise de sensibilité avec l'analyse spectrale. On dit qu'entre dégustateurs de vins à Bordeaux, il serait inconvenant d'admettre que le vignoble pût être mis en question; la discussion peut rouler seulement sur l'année du cru. Le sens de la température, de la pression, des distances n'est pas moins susceptible d'éducation. Celui-ci en particulier, si l'on prend pour mesure l'écartement qu'il faut donner aux deux pointes d'un compas pour qu'elles produisent encore deux impressions tactiles distinctes, se perfectionne par l'exercice dans l'espace de quelques jours. C'est là une des raisons qui s'opposent à l'explication purement anatomique des sphères tactiles de Weber.

De même que l'exercice affine les sens, de même le manque d'exercice leur est nuisible, indépendamment du dépérissement de leurs organes. Après avoir détruit l'œil et l'oreille chez de petits chiens nouveau-nés. M. Hermann Munk a vu que la sphère de la vision et de l'audition dans le cerveau, dont on lui doit la connaissance, s'arrêtait dans son développement. Une longue cécité amène, d'après Huguenin, l'atrophie des sphères visuelles.

Entre les sens externes et le sens interne, se trouve placé le sens du temps distinguant et évaluant ce qui se succède; à proprement parler, c'est une ouïe et une vue à l'état grossier, puisque le limaçon et la rétine n'ont d'autre fonction que de distinguer la succession plus ou moins rapide des impulsions. Le sens du temps est à un haut degré susceptible d'exercice, comme on l'apprend en fréquentant des astronomes et des horlogers. La chronoscopie moderne donne le moyen d'établir avec plus d'exactitude la possibilité d'exercer le système nerveux à une obéissance ponctuelle. Dans les expériences de ce genre dues à M. Donders, on voit descendre de jour en jour jusqu'à une limite bien vite atteinte sans doute la valeur moyenne du temps nécessaire à un même observateur pour exécuter un acte déterminé après un signal vu, entendu ou senti. C'est en petit le même succès obtenu en grand par un instructeur, lorsqu'à son commandement répond un seul bruit dont la durée dépasse à peine la double différence des temps que l'onde sonore met à parcourir la distance qui le sépare du soldat le plus proche, et du soldat le plus éloigné.

Enfin, le sens interne qui est souvent intervenu dans les phénomènes précédents est également susceptible d'exercice. La mémoire se fortifie par l'exercice jusqu'à un certain degré et, selon ses occupations, dans des directions différentes. J'ai entendu raconter à Schleiden, que Robert Brown savait à peu près 25 000, Kunth seulement 20 000 noms d'espèces végétales; si Kunth voulait en apprendre de nouveaux, il en oubliait de ceux qu'il savait déjà. Le morphologiste retient des formes, le mathématicien des formules, quand même il préfère les développer de nouveau; le philologue se rappelle des formes de langage et des citations, le joueur d'échecs des parties. Des personnes dont la haute position sociale exige la mémoire des visages accomplissent

sur ce point des merveilles. Quand nos occupations changent, la direction de notre mémoire, si j'ose m'exprimer ainsi, change également comme je l'ai éprouvé moi-même. J'ai, en effet, observé sur moi-même l'influence de l'exercice sur la mémoire. On sait que Faraday avait l'habitude de se plaindre de sa mauvaise mémoire. Quand je me fus occupé plus de dix années consécutives d'expériences qualitatives, comme lui s'en était occupé toute sa vie *si parva licet componere magnis*, je remarquai que mon ancienne bonne mémoire diminuait. Cela venait incontestablement de ce que, pour continuer mes travaux, j'avais simplement à consulter chaque jour le procès-verbal des expériences de la veille. Quand je commençai à faire des cours, ma mémoire s'améliora de nouveau.

De même que la mémoire, l'aptitude aux différents travaux intellectuels augmente si on l'exerce, diminue si on la néglige. Dans les réunions d'instituteurs, on entend assez dire et répéter que les jeunes élèves ne doivent pas seulement s'assimiler les matières de l'enseignement, mais qu'ils doivent encore apprendre à exercer le sens interne à côté des sens externes, et à diriger leurs forces intellectuelles. Les généraux et les diplomates, les juristes et les médecins, les mathématiciens et les naturalistes, les joueurs d'échecs et les mécaniciens, tous sont exercés dans l'ordre particulier de leurs idées. Cet effet de l'exercice s'étend jusqu'à la vie intime ; qui est-ce qui mettra en doute qu'un Henri Heine n'ait été exercé à laisser un libre cours au flot de ses sentiments, à les laisser pour ainsi dire s'exalter eux-mêmes, afin de puiser des plaintes immortelles dans la source des maux créés en partie avec intention.

La psychologie offre peu de problèmes plus obscurs que le doublement du moi dans les exercices intellectuels de ce genre. Un je ne sais quoi d'incompréhensible en nous apparaît comme sujet en face d'un autre quelque chose d'incompréhensible appelé objet, qui est nous-même, et qui n'est pas nous-même, et le force à faire des efforts pénibles, comme il oblige une autre fois son substratum corporel à s'exercer à un mouvement composé au milieu de douleurs musculaires et d'autres souffrances. Celui qui se rappelle ce fait fondamental de la métaphysique, d'après lequel aucune coordination, aucun mouvement de la matière ne pourra jamais expliquer la conscience même sous sa forme la plus simple, celui-là ne songera nullement à comprendre mécaniquement des phénomènes de ce genre.

On sait que cela ne nous empêche pas de les poursuivre au moins en idée, jusqu'aux évolutions des atomes primitifs de nos éléments actuels, à peu près comme M. Clausius fait vibrer sous l'œil de notre intelligence, les molécules d'une masse gazeuse. Nous pouvons même dégager dès maintenant, et d'une façon sûre, un résultat important : précisément cette différence fondamentale, déjà indiquée, entre l'exercice du système nerveux central et l'exercice des muscles, des substances conjonctives, etc. Tandis que pour ces derniers tissus, il s'agissait d'excitation nutritive et formative, pour le système nerveux central, l'exercice signifie en première ligne la facilité d'exécuter certains mouvements moléculaires, en partie par la régularisation et le renforcement convenable des impulsions qui les produisent, en partie par l'éloignement d'obstacles qui les contrariaient originairement. Cela ne veut nullement dire que la substance grise, si riche en vaisseaux, n'éprouve pas une excitation nutritive par l'activité qui lui est propre ; tout, au contraire, semble démontrer que sans une activité convenable la substance grise dépérit comme les muscles. Mais cette facilité acquise dans l'exécution de formes de mouvement déterminées dans un espace de temps déterminé est ici le caractère additionnel indiquant l'exercice du système nerveux central.

La facilité plus grande avec laquelle un mouvement moléculaire souvent répété s'exécute dans les cellules ganglionnaires peut être rendue sensible par l'image d'un lit de ruisseau ou d'un couloir. Grâce à la chute incessante de l'eau, de la neige, des pierres, le canal, grossièrement fait à l'origine, se creuse et son fond devient uni, de telle sorte que dorénavant l'eau, la neige et les pierres descendent plus sûrement et plus rapidement, en décrivant des trajectoires identiques, dès qu'ils sont mis en mouvement. Toutes les machines se perfectionnent avec le temps par le frottement, de sorte que leur marche devient plus uniforme ou se modifie périodiquement. Comme plus tard l'usure les fait claqueter, elles semblent avoir successivement un âge de développement, de vigueur et de déclin, et le fameux horloger Tiede parlait de ses chronomètres comme d'êtres vivants destinés à fournir une certaine carrière. Pour faire comprendre la facilité plus grande avec laquelle les mouvements moléculaires souvent répétés s'exécutent dans les cellules ganglionnaires, on a également coutume de rappeler que le long usage rend le son d'un violon plus beau, comme inversement le caoutchouc qui n'est pas tiré de temps en temps devient cassant. Ce qui rend ces comparaisons instructives, c'est leur déplorable défectuosité. Celle-ci nous montre combien nous avons peu d'espoir de jamais pénétrer de pareils mystères.

M. Fechner a fait connaître un cas particulièrement énigmatique se rapportant à l'exercice du système nerveux central et qui met derechef en lumière l'importance comparativement peu considérable de l'exercice musculaire. La méthode d'écriture d'Audoyer consiste en ce que l'élève repasse avec la plume au moins vingt fois de suite sur des lettres tracées au crayon, et en ce que la main retourne chaque fois avec un certain élan de la fin du mot à son commencement, pour recommencer de la même manière sans temps de repos. Or M. Ernst Henri Weber a observé chez ses enfants que la main gauche apprenait un peu à écrire en même temps que la main droite, mais elle écrivait à rebours. On ne comprend pas comment la partie droite du cerveau a pu s'exercer sans que la main gauche ait fait aucun mouvement pendant l'exercice.

Mais que nous le comprenions ou non, l'homme est capable de se perfectionner lui-même par l'exercice. Celui-ci rend ses muscles plus forts et plus résistants, préserve la peau contre toute sorte d'atteintes, donne plus de souplesse à ses membres et à ses glandes plus de productivité. Il rend son sys-

tème nerveux central capable des fonctions les plus compliquées, affine les sens, fait que l'intelligence, en réagissant sur elle-même, augmente sa portée et ses aptitudes. Revenant à notre point de départ, nous nous demandons maintenant : n'est-ce pas là un des moyens, peut-être le plus puissant, par lequel l'ensemble des êtres vivants devient une machine qui se perfectionne elle-même. Le rapport qui existe entre le cristal et les molécules de même structure et de même constitution physique qui le composent, entre l'organisme total et les organismes élémentaires dont la vie constitue sa vie, le même rapport existe entre la nature organique prise dans son ensemble et les êtres vivants pris isolément, c'est-à-dire les propriétés et les actions de la totalité sont la somme des actions et des propriétés de l'individu; et si l'individu se perfectionne par l'exercice, cela n'explique-t-il pas suffisamment aussi les progrès de la totalité ? Quelque évidente que paraisse cette manière de voir, elle présente de grandes difficultés quand on l'examine de plus près.

1° D'abord les seuls animaux susceptibles d'exercice ou, ce qui revient au même, d'éducation, ce sont les animaux d'ordre supérieur. Après les compagnons de l'homme, répandus sur presque tout le globe, le cheval et le chien, l'animal le plus susceptible d'éducation, c'est sans doute l'éléphant. Chamisso trouvait la société des singes à bord du *Rurick* très instructive, car, ainsi que Calderon le disait des ânes, « ils sont presque des hommes », et il faisait cette observation profonde qu'on pourrait leur faire tout faire s'il ne leur manquait cette qualité qui, pour Newton, était le génie lui-même : la persévérance. Les animaux de proie à l'exception du *Cheetah* (*felis jubata*), les ruminants, les rongeurs, sont peu aptes à l'éducation, et cependant M. Fritsch pense que le bœuf de trait du Cap a plus d'intelligence que le cheval : au Brésil et au Thibet, les moutons sont dressés à porter des fardeaux. Parmi les oiseaux, les perroquets, les sansonnets, les bouvreuils, les canaris se placent au-dessus de beaucoup de mammifères; le faucon se range à côté du *Cheetah* comme animal de proie pouvant être dressé. Les caméléons, les serpents, même les carpes sont jusqu'à un certain point susceptibles d'éducation. Le dressage des puces n'est sans doute qu'apparent ; elles font constamment leurs tours sous la même contrainte. En tout cas, l'innombrable masse des autres êtres vivants ne montre aucune aptitude à l'éducation, et cela par la raison que chaque animal dans sa sphère d'action n'a plus besoin d'éducation; ce que nous appelons l'instinct donne aux animaux, sans que l'individu s'en préoccupe, plus que tous les exercices ne pourraient lui donner. Quel exercice pourrait enseigner aux oiseaux à construire des nids plus chauds, à trouver plus sûrement le chemin du midi, pourrait apprendre aux abeilles à s'acquitter plus exactement de leur travail géométrique, aux araignées, à mieux résoudre leur problème de mécanique ? L'instinct et la perfectibilité se complètent, pour ainsi dire, dans la série ascendante des animaux pour former une somme de plus en plus grande, mais de telle façon que plus l'instinct est inférieur à la perfectibilité, plus l'être vivant est placé à un degré élevé.

2 En second lieu, quoique les animaux dont nous venons de parler et certainement beaucoup d'autres encore soient susceptibles d'exercice et d'éducation, cependant les animaux ne s'exercent pas et ne se perfectionnent pas eux-mêmes; il faut d'abord que l'homme les prenne sous sa direction. C'est pourquoi les animaux qui l'entourent paraissent d'autant moins susceptibles d'éducation, qu'il est lui-même resté à un degré inférieur de civilisation. Des races humaines plus élevées auraient certainement dompté ces beaux solipèdes, le zèbre et le quagga; l'éléphant conduit par Annibal au delà des Alpes est retourné à l'état sauvage en même temps que l'Afrique septentrionale. Les avantages résultant d'une excitation nutritive et formative qu'un animal viendrait à acquérir à l'état sauvage pourraient seuls être pris ici en considération, et encore faudrait-il qu'ils fussent héréditaires, pour amener quelque perfectionnement après une série de générations.

3° Tel ne semble pas être le cas. Quelque nombreuses que soient les générations de chiens auxquels on coupe la queue et les oreilles, les oreilles et la queue reviennent cependant à chaque portée. La mutilation à laquelle les races sémitiques soumettent leurs enfants mâles depuis des centaines de générations, et que l'islamisme a imposée à une grande partie de la population du monde ancien, ne s'est cependant pas imprégnée dans la nature; il en est de même des suites de la lésion à laquelle la femme a été soumise de tous temps et chez toutes les races humaines pour devenir mère. Si des défauts artificiels ne sont pas héréditaires, comment pouvons-nous admettre que ces modifications acquises artificiellement, qui se présentent comme les résultats favorables de l'exercice, puissent se transmettre aux descendants par l'œuf et la semence?

A ces trois raisons on peut opposer les considérations suivantes. Quoique des mutilations produites par la force extérieure ne soient pas héréditaires, nous voyons cependant des modifications internes, certainement acquises, se transmettre incontestablement : la légion des maladies héréditaires. Après que la pathologie cellulaire a démontré que les maladies les plus diverses des tissus, les formes les plus malignes aussi bien que les plus bénignes, ne s'éloignent jamais du type une fois donné, il semble qu'il est facile de voir la différence qui sépare une mutilation artificielle d'une formation régressive reposant sur le non-emploi, et de comprendre pourquoi chez les lapins domestiques, dont beaucoup de générations n'ont pas eu l'occasion de dresser les oreilles, les muscles auriculaires s'étiolent et les oreilles deviennent pendantes, pourquoi chez les animaux souterrains et troglodytes, l'œil et l'organe central du sens visuel dépérissent. Mais si la formation régressive qui se tient dans les limites du type de l'espèce devient héréditaire par manque d'exercice, des formations qui ont leur origine dans une excitation nutritive et formative, et qui restent également et de toute nécessité dans les limites du type de l'espèce, peuvent aussi se transmettre. Tel semble être entièrement le cas de l'accoutumance du système nerveux central à de certaines formes du mouvement : l'effarouchement des oiseaux dans des îles au-

trefois désertes, et qui étaient d'abord familiers, en fournit un exemple devenu classique.

Certainement les animaux en liberté ne sont pas contraints comme les animaux domestiques à accomplir souvent certains actes déterminés; cependant la faim et l'amour, les ennemis, le froid, la sécheresse, etc., les poussent également à accomplir souvent certains actes déterminés. Ainsi la faculté innée que nous appelons l'instinct pourrait bien s'être développée progressivement par l'exercice, avec d'autant plus de probabilité qu'une certaine jouissance est liée à l'accomplissement de séries de mouvements devenus familiers.

Là donc où l'instinct fait le nécessaire pour la conservation de l'espèce il n'y a plus de place pour un développement ultérieur ou pour un développement dans des directions nouvelles, et l'espèce reste stationnaire au degré atteint comme le sont les abeilles et les araignées, depuis que l'homme les connaît. On peut hardiment prétendre que dans le système nerveux de ces animaux, les cellules ganglionnaires ne peuvent depuis bien longtemps accomplir d'autres mouvements que ceux utiles à leurs actes particuliers, instinctifs. Il en est des animaux doués d'un instinct accompli comme de cette ouvrière de Newcastle-on-Tyne à qui on demandait dans le bureau d'émigration de New-York quel ouvrage elle savait faire : « Emballer des limes », dit-elle. Ils acquièrent une perfection unique qui fait croire qu'ils n'ont jamais rien appris parce qu'ils ne peuvent plus rien apprendre. La capacité d'éducation se manifeste dans le monde animal là seulement où la conservation de l'individu et de l'espèce est assurée par les circonstances extérieures et intérieures, de telle façon que l'animal, pour subsister, a seulement besoin, pour ainsi dire, de se développer dans une direction unique.

Ainsi nous serions libres d'admettre, avec quelque apparence de raison, que la vigueur des muscles, des ailes et des pieds fouisseurs, l'épais épiderme de la paume de la main et de la semelle du pied, les callosités à la queue et au derrière du singe, les prolongements des os pour l'insertion des muscles, etc., reposent sur les suites d'une excitation nutritive et formative transmises par hérédité, tandis que les différentes dispositions naturelles peuvent se ramener à une combinaison héréditaire d'actions des cellules ganglionnaires; qu'il s'agisse de l'ondulation qui court le long de la nageoire des gymnotes et des mille pieds des myriapodes, en apparence d'une manière purement mécanique, ou de la conduite intelligente du chien d'arrêt français qui, sans dressage, sans modèle, arrête le lézard dans les régions tropicales, comme ses parents arrêtent la perdrix dans la plaine de Saint-Denis. Me rencontrant avec M. Herbert Spencer dans la même pensée que je crois cependant avoir exprimée plus nettement, j'ai montré, dans une occasion précédente, comment les deux grands systèmes relatifs à l'origine des connaissances humaines, l'empirisme et le nativisme, pourraient finalement être conciliés au moyen de cette hérédité des facultés du système nerveux central acquises par l'éducation.

Mais pour comprendre la finalité de la nature organique, il est nécessaire d'admettre, à côté du perfectionnement par l'exercice, le perfectionnement par la sélection naturelle, et cela pour trois raisons. D'abord, il y a d'innombrables adaptations — je cite seulement ce qu'on appelle les colorations sympathiques — qui semblent pouvoir être seulement expliquées par la sélection naturelle, et nullement par l'exercice. En second lieu, les plantes, qui sont à leur manière aussi bien conformées à leur but que les animaux, sont naturellement privées d'exercice. Quelques phénomènes végétatifs, qui rappellent les callosités et qui doivent être ramenés à l'excitation nutritive et formative, appartiennent plutôt au domaine de la régénération des tissus, qui, sur ce point, a de proches rapports avec celui de l'exercice. Enfin, en troisième lieu, nous avons besoin de la sélection naturelle pour expliquer l'origine de la capacité d'exercice elle-même. A moins d'admettre, ce qui est impossible au point de vue de la science, que des arrangements de la matière, qui semblent conformes à un certain but, ont eu une origine mécanique, il faut induire que dans la lutte pour l'existence la victoire a été remportée par les êtres vivants qui, en exerçant leurs fonctions naturelles, ont augmenté par hasard leur capacité pour ces fonctions plus que les autres, et que les êtres ainsi favorisés ont transmis ces heureux dons à leurs descendants pour que ceux-ci les développent encore. Ainsi s'est produit un monde animal capable d'exercice; ainsi la sélection naturelle elle-même s'est créé dans l'exercice un auxiliaire important; enfin, c'est ainsi que la totalité des êtres vivants devint, comme l'individu, une machine susceptible de se perfectionner elle-même.

M. Ewald Hering est également amené à admettre que « un organisme peut transmettre à ses descendants les propriétés mêmes dont il n'a pas hérité, mais qu'il a seulement acquises, grâce aux circonstances particulières de son existence; par conséquent, tout être organique lègue au germe qui se sépare de lui un petit héritage qui a été acquis dans la vie individuelle de l'organisme mère, et qui a été ajouté au grand héritage commun à l'espèce entière ». Plus cette manière de voir est conforme à celle que je viens de développer, plus je regrette de ne pas pouvoir suivre M. Hering, quand il représente la faculté qu'ont les êtres vivants de transmettre des qualités acquises comme une propriété fondamentale de la matière organique, et quand il déclare ce « pouvoir reproducteur » (Reproductionsvermögen) identique à la mémoire. Transformer les différents processus sur lesquels sont fondées les différentes sortes d'exercice en une faculté fondamentale, cela me paraît être une généralisation plus propre à obscurcir qu'à élucider la question. Entre la transmission de propriétés physiques acquises et la mémoire, M. Hering trouve le *tertium comparationis* dans la reproduction. Mais je ne vois aucune analogie entre la facilité plus grande avec laquelle un certain processus moléculaire a lieu dans les cellules ganglionnaires de l'individu — ce qui constitue la mémoire — et le retour dans l'être engendré d'une disposition moléculaire effectuée dans les parents par une cause extérieure — ce qui constituerait la transmission de qualités acquises; et si je remarquais cette analogie, elle disparaîtrait à mes yeux devant cette différence que la mémoire, comme son nom l'indique (*Gedächtniss*), appartient seule-

ment à des êtres pensants (*denkenden Wesen*). La mémoire inconsciente de Hering est le pendant des *idées,* auxquelles on a attribué depuis Platon, au détriment de la science, une puissance formatrice dans le « macrocosme et le microcosme », ou de la force vitale par laquelle la physique et la chimie ne devaient pas avoir d'énigme. La mémoire inconsciente ne me paraît pas plus admissible, par la raison que M. Hæckel s'en est emparé avec ardeur et lui a fait jouer un rôle important dans sa théorie des *Plastidules.*

Il me paraît d'autant plus grave de mettre ici en jeu des analogies frivoles, qu'en fin de compte on ne peut trop insister sur ce point, à savoir que la transmission de qualités acquises — et, d'accord avec Darwin, Herbert Spencer, Hering et bien d'autres, nous avons cru plus haut qu'elle était possible et réelle dans de certaines conditions — devient complètement incompréhensible quand on y regarde de plus près.

A la vérité, la théorie mécanique des gaz nous a donné une idée plus exacte de la petitesse et du nombre des molécules, et le nombre des arrangements possibles dans l'œuf et le spermatozoaire est devenu par là incommensurable. Si l'on se représente la tête d'un spermatozoaire aussi grosse que le *Great Eastern* et cet espace entièrement rempli de rouages aussi petits que celui de la plus petite montre de dame, cette image est loin de nous donner une idée des dernières divisions de la matière. Ainsi il devient clair que dans la tête d'un spermatozoaire il y a assez d'espace et d'occasions pour les arrangements et les mouvements infiniment nombreux et variés des molécules, d'où proviennent, en dernière analyse, les types et les propriétés innombrables que transmet le spermatozoaire en apparence si simple.

D'après ce que je viens de dire, on peut concevoir que les dyscrasies des parents se communiquent par le sang aux germes contenus dans les testicules et l'ovaire. Mais supposons maintenant un groupe de cellules ganglionnaires du cerveau exercées à exécuter, pour ainsi dire, une figure déterminée de danse moléculaire. Cela ne peut changer en rien la composition du sang. En conséquence, il faut que les filets du plexus spermatique interne agissent sur les cellules séminales dans les conduits séminifères, que les cellules de l'œuf se comportent dans les vésicules de Graaf de telle façon que pendant le développement l'exercice indiqué plus haut soit inculqué à l'œuf, au spermatozoaire. Il faut en outre que cet exercice amène, bien des années plus tard, l'exécution plus facile de cette même figure de danse moléculaire, dans le groupe correspondant des cellules ganglionnaires de l'homme ou de l'animal issu de cet œuf ou de ce spermatozoaire. Il est impossible de se représenter comment le plexus spermatique interne, qui a seulement des rapports fort éloignés avec le cerveau, peut accomplir pareille œuvre. La question est aussi complexe quand il s'agit des exercices reposant sur l'excitation nutritive et formative.

Comme je l'ai déjà indiqué, il semble que, pour expliquer la transmission des qualités acquises, on puisse invoquer l'exemple des maladies héréditaires, dont à l'origine le genre humain était exempt selon toute probabilité, qui ont donc affligé seulement l'humanité arrivée à un certain degré de développement, et dont la transmission, par conséquent, serait identique à la transmission des qualités acquises. Cependant on peut se demander encore si le premier accès d'épilepsie, la première migraine provenaient de lésions qui ont atteint un homme fait bien portant, et si le germe de ces maladies ne s'est pas plutôt produit dans l'œuf ou dans les spermatozoaires dont cet homme est sorti. M. Brown-Sequard croit avoir produit l'épilepsie héréditaire des petits cochons d'Inde. Jusqu'à ce que cette observation soit mise hors de doute, la transmission des qualités acquises reste — si nous voulons nous en tenir à la stricte réalité — une hypothèse déduite uniquement des faits qu'elle est destinée à expliquer et, qui plus est, extrêmement obscure en soi. La théorie de M. Darwin, appelée par lui *Pangenèse,* ne saurait, à mon avis, suffire pour résoudre les problèmes que nous venons de poser.

Je pense, messieurs, avoir justifié maintenant l'assertion émise au commencement de ce discours, d'après laquelle l'exercice mérite une place à l'ordre du jour de la science ; il est inutile d'ajouter combien je suis loin de prétendre que j'aie contribué d'une façon notable à l'élucidation de la question. Je crois seulement avoir déterminé le rôle phylogénétique de l'exercice et les preuves requises pour la solution des difficultés, d'une façon plus précise que ne l'ont fait jusqu'ici les différentes expositions de la théorie de Darwin. Dans le champ immense que Darwin a ouvert aux recherches scientifiques après le renversement de la doctrine zoologique paléontologique, et qui pour devenir fécond exigera le travail de nombreuses générations, nous avons indiqué plus nettement un point où il faut porter la pioche sans délai. Mais, pour passer à un autre ordre d'idées, ce qui a été dit pourra, dès à présent, fournir une base solide pour porter un jugement sur quelques questions pratiques concernant l'exercice.

Tout le monde est d'accord sur l'importance des exercices du corps pour la société civilisée moderne. Depuis l'époque où cessèrent les tournois au moyen âge, auxquels d'ailleurs une infime minorité seule prenait part, les exercices corporels tombèrent de plus en plus hors d'usage. Par son *Émile,* Jean-Jacques Rousseau donna le branle à un mouvement qui se propagea rapidement, surtout en Allemagne, et qui, développé par les aspirations nationales et guerrières pendant la guerre d'indépendance, donna naissance à la gymnastique allemande.

Pendant un demi-siècle on s'était livré chez nous à des exercices corporels sous cette forme, quand des doutes s'élevèrent au sujet de leur conformité au but.

A la gymnastique allemande on opposa une forme théorique de l'exercice corporel, la gymnastique suédoise, dont la pensée fondamentale était qu'il fallait borner les exercices à des mouvements, variés à la vérité, mais aussi simples que possible. Ces mouvements, exécutés à l'encontre de certaines résistances, devaient fortifier méthodiquement chaque muscle en particulier et faire atteindre l'idéal d'une musculature athlétique.

On a encore attaqué la gymnastique allemande en se pla-

çant à un autre point de vue. La nation européenne qui occupe le premier rang pour les exercices du corps et qui a constamment attaché le plus grand prix à l'adresse corporelle, les Anglais, n'ont jusqu'aujourd'hui rien connu d'analogue à la gymnastique allemande. Séparés plus que jamais du continent pendant la révolution française et pendant la période de l'empire, ils ont été à peu près étrangers au mouvement commencé par Rousseau. Les aspirations de Jahn, qui avaient tant soit peu une empreinte de chauvinisme allemand, ne pouvaient guère trouver d'entrée en ce pays. Mais les Anglais sentaient moins le besoin de la gymnastique que les nations du continent. Grâce à la vie champêtre des classes riches et à l'éducation commune des jeunes gens dans des établissements publics, il s'était introduit chez eux un grand nombre de luttes et de jeux nationaux, les courses de chevaux, les joutes sur l'eau, divers jeux de paume, qui par la variété de mouvements qu'ils exigent sont pour le corps un exercice excellent : les ascensionnistes anglais, qui ont dernièrement escaladé le Chimborazo, en sont la preuve. La passion avec laquelle on suit dans toutes les parties de la Grande-Bretagne les joutes annuelles des Oxfordiens aux couleurs bleu foncé et des Cambridgiens aux couleurs bleu clair peut être comparée seulement à l'enthousiasme des Grecs pour leurs jeux nationaux ; elle excite la jeunesse aux plus grands efforts.

Ici nous avons l'autre extrême. Le peuple pratique κατ' ἐξοχήν dédaigne nos exercices corporels comme étant à son avis trop théoriques. Autrefois, du moins, quand un Anglais demandait quel était notre sport et que l'on cherchait à lui donner une idée de notre gymnastique, il n'y comprenait rien du tout.

Si, avec la connaissance que nous avons maintenant de l'essence des exercices corporels, nous jugeons les trois formes de ces exercices, la gymnastique allemande, la gymnastique suédoise et le sport anglais, nous remarquons immédiatement le peu de valeur de la seconde pour le développement corporel d'une jeunesse saine. Nous avons trouvé que l'exercice du corps n'était pas seulement, comme les observateurs superficiels le croient à tort, un exercice des muscles, mais qu'il était autant, et plus même, un exercice de la substance grise du système nerveux central. Cette seule remarque est la condamnation, au point de vue physiologique, de la gymnastique suédoise. Celle-ci peut fortifier les muscles, mais elle ne peut pas rendre faciles des mouvements composés. On peut même supposer le cas d'une éducation corporelle qui donnerait aux muscles isolés d'un Gaspar Hauser une force gigantesque sans que la victime d'une pareille expérience pût seulement marcher. La gymnastique suédoise n'est bonne que comme moyen thérapeutique pour conserver ou rétablir l'activité de certains groupes musculaires (car très peu de muscles peuvent être contractés isolément au gré de nos désirs).

Quant à la valeur relative de la gymnastique allemande et du sport anglais, celui-ci certainement répond, à un certain point de vue, mieux que celle-là aux exigences résultant de notre analyse physiologique. Si le but suprême était de faire d'habiles coureurs, sauteurs, danseurs, lutteurs, cavaliers, nageurs, rameurs, patineurs, le mieux serait certainement d'imprimer de suite dans les actions des cellules ganglionnaires les enchaînements nécessaires, sans s'arrêter aux degrés préliminaires et intermédiaires de la gymnastique allemande qui n'ont aucune application pratique.

Mais la gymnastique allemande offre non seulement la possibilité de donner à un nombre illimité d'élèves de tout âge et de toute condition l'occasion de s'exercer, en employant un très petit nombre d'appareils et indépendamment de conditions extérieures qu'il est souvent impossible de remplir. Non seulement elle a pour elle l'avantage moral d'un effort qui se propose le perfectionnement de soi-même comme un but idéal, sans aucune utilité immédiate, ce qui constitue à nos yeux la supériorité de l'éducation intellectuelle à laquelle on vise dans les gymnases allemands. Mais le choix intelligent des exercices allemands, confirmé et épuré par l'expérience, conduit, en outre, d'une façon incontestable à une plus grande uniformité dans le développement du corps que celle que l'on pourrait atteindre si l'individu, obéissant à ses inclinations déterminées par une circonstance quelconque, s'adonnait, comme en Angleterre, selon son caprice et avec une ardeur dictée par l'ambition, soit à l'exercice de la rame ou de l'équitation, soit au jeu de paume ou aux ascensions des montagnes. Le jeune homme exercé à la manière allemande possède le grand avantage d'avoir des formes de mouvements adaptées à chaque position du corps, de même que le mathématicien qui a reçu une instruction solide est pourvu de méthodes pour chaque problème. Supposons, par exemple, qu'un jeune Allemand et un jeune Anglais arrivent sur une piste garnie d'obstacles devant une palissade. L'Anglais trouvera certainement un moyen quelconque de la franchir. Selon la hauteur de la palissade, l'Allemand mettra en action certains artifices auxquels il aura été initié de longue main et, par là, l'emportera peut-être sur l'Anglais. Rien, d'ailleurs, n'empêche le gymnaste allemand de passer de ses exercices théoriques à n'importe quel exercice pratique d'une utilité immédiate. Comme il a appris à apprendre, il acquerra bien vite l'adresse que ses dispositions naturelles lui permettent d'atteindre ; de même qu'on nous dit que l'élève du gymnase égale bien vite au laboratoire l'élève des cours professionnels.

D'après tout cela, il est certain que la gymnastique allemande, avec son sage mélange de théorie et de pratique, présente la solution la plus heureuse, je dirai même la solution définitive du problème si important qui occupe la pédagogie depuis Rousseau. C'est là, au reste, une vérité qui, après avoir été pendant un certain temps méconnue, est assez généralement reconnue à présent, mais dont peu de personnes comprennent encore le fondement physiologique.

D'ailleurs je fais observer que je n'ai pas parlé de ce qu'on appelle les exercices d'ordre comme faisant partie de la gymnastique allemande. On y attache trop d'importance à titre de préparation aux exercices militaires ; ils sont l'expédient des mauvais professeurs de gymnastique et devraient, à mon avis, être relégués dans les écoles enfantines à la Fröbel.

Depuis la célèbre expérience faite par Milon de Crotone avec un petit veau, il n'a guère été fait de progrès dans la connaissance des lois de l'exercice. Cependant nous devons aussi au créateur de la psychophysique le commencement des recherches qu'il est possible de faire sur ce point. Tous les jours, pendant deux mois, M. Fechner, les bras allongés, prenait de ses mains deux *dumb-bells* de 9 livres et demie, les soulevait au-dessus de sa tête en suivant le mouvement d'un pendule à secondes, les descendait et les relevait encore jusqu'à ce que la fatigue l'obligeât de s'arrêter. La courbe, dont les ordonnées indiquaient combien de fois M. Fechner soulevait chaque jour son poids, est instructive sous deux rapports. D'abord l'exercice ne semblait au commencement porter aucun fruit, ensuite le résultat s'en manifesta subitement; cependant une limite extrême fut bientôt atteinte. Volkmann éprouva le même effet dans l'exercice des sens. En second lieu, la courbe d'exercice de M. Fechner ne monte pas d'une manière constante, mais en forme de scie, parce que tantôt la fatigue, tantôt les progrès amenés par l'exercice l'emportaient. Ces expériences peuvent être utiles aux instructeurs de recrues.

É. du Bois-Reymond.

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

Les matières explosives (1).

V.

§ 4. — *Inflammation et détonation.*

1. — La combustion progressive a pris particulièrement le nom d'*inflammation*, le nom de *détonation* étant réservé à la combustion rapide et presque instantanée. De là encore la distinction proposée par M. Sarrau entre les *détonations dites de premier ordre*, telles que celles de la poudre noire, lesquelles sont au fond des inflammations, et les *détonations dites de second ordre*, ou détonations proprement dites, telles que celle de la nitroglycérine, provoquée par une forte amorce au fulminate de mercure. Toutefois les faits connus n'obligent pas, à mon avis, à admettre une différence de nature et une ligne de démarcation absolue entre les deux ordres de phénomènes. Ils tendent plutôt à faire envisager ceux-ci comme présentant une variété indéfinie comprise entre les deux limites extrêmes, à savoir :

1° *La détonation de la matière explosive dans son propre volume*, atteignant le maximum de température et de pression, et, par conséquent, le maximum de vitesse que comporte la réaction chimique réalisée dans ces conditions. Cette détonation est spécialement provoquée par un choc très brusque. Les gaz formés au point où le choc se produit d'abord n'ont pour ainsi dire pas le temps de se déplacer et communiquent aussitôt leur force vive aux parties en contact; l'action se propage ainsi dans la masse entière, avec une sorte de régularité. C'est à cet ordre de détonation que se rapportent les vitesses de propagation, si différentes de celles de la combustion de la poudre noire, qui ont été mesurées avec la dynamite et la poudre-coton comprimée. Par exemple, les artilleurs autrichiens ont observé une vitesse supérieure à 6000 mètres par seconde en faisant détoner un cylindre de dynamite de 67 mètres de long. M. le colonel Sébert a observé des vitesses de 5000 à 7000 mètres sur le coton-poudre pulvérulent et comprimé dans de longs tubes de plomb. On verra plus loin que j'ai moi-même mesuré avec M. Vieille des vitesses de plusieurs milliers de mètres par seconde sur des mélanges gazeux tonnants, pris à la pression ordinaire et contenus dans des tubes de fer, de plomb, ou même de caoutchouc.

2° *L'inflammation progressive*, se propageant de proche en proche dans des conditions où le refroidissement dû aux agents extérieurs abaisse la température au degré le plus bas qui soit compatible avec la continuation de la réaction.

C'est à ce mode d'inflammation que se rapporte la vitesse de combustion des gaz tonnants mesurée par Bunsen. Dans le cas des explosifs solides ou liquides, la propagation d'une simple inflammation est rendue plus difficile d'ailleurs par les mouvements des gaz qui se répandent dans un grand espace tout autour du point enflammé, au lieu d'agir dans un volume égal ou peu différent de celui des corps primitifs; ils partagent ainsi leur température avec une plus grande masse de matière. Aussi voit-on souvent celle-ci dispersée par les gaz, sans éprouver une combustion totale et même sans subir aucun changement. Ceci se produit particulièrement avec les matières explosives non coercées dans une enveloppe qui concentre l'action des gaz et lui donne une résultante commune.

Tel est le cas de la nitroglycérine que l'on retrouve inaltérée au voisinage, dans les déflagrations progressives; tel est également le cas de la dynamite, posée sur la terre en couche mince. La poudre-coton humide, qui n'est pas inflammable à froid, a fourni également de nombreux exemples de cette dispersion, résultant de l'emploi d'un détonateur insuffisant. C'est en raison de cette réaction des gaz que l'on recommande d'éviter que l'inflammation simple de la dynamite dans les cartouches précède l'action du fulminate.

2. — Entre ces deux limites, on observe toute une série d'états intermédiaires en nombre illimité, comme le montrent les divers modes d'inflammation de la dynamite et l'influence du bourrage, qui permet de transformer une inflammation en détonation véritable, s'il est suffisamment résistant. Enfin on peut invoquer l'inégalité des effets produits par les explosions successives des charges du même agent, qui détonent par influence aux distances limites, au delà desquelles l'explosion ne se propagerait plus.

3. — Précisons davantage les phénomènes chimiques. Le mode de décomposition est unique, lorsque la matière ex-

---

(1) Voy. la *Revue scientifique* du 2e semestre 1881, p. 709 et 1er semestre 1882, p. 75.

plosive renferme assez d'oxygène pour éprouver une combustion totale, comme il arrive pour la nitroglycérine et la nitromannite; il faut d'ailleurs que cette combustion totale ait réellement lieu; ce qui n'arrive pas nécessairement, surtout dans les inflammations lentes, opérées à température aussi basse que possible.

4. — Mais il arrive souvent que l'oxygène fait défaut, ou que la première réaction donne lieu à une mauvaise répartition de cet oxygène, comme dans le cas où la nitroglycérine brûle lentement, avec production de vapeur nitreuse et de matières fixes ou gazeuses incomplètement brûlées. Dans ces circonstances, des décompositions possibles sont multiples; leur nombre dépend de la température, de la pression et de la vitesse, de l'échauffement; nous avons déjà signalé ce cas pour l'azotate d'ammoniaque; on l'observe en général sur les substances organiques décomposables par l'échauffement (*Essai de mécan. chimique*, t. II, p. 45).

5. — Parmi les décompositions, celles qui développent le plus de chaleur sont celles qui donnent lieu aux effets explosifs les plus violents, toutes choses égales d'ailleurs. La chose est évidente, lorsque le volume des gaz (réduit à 0° et 0,760) atteint en même temps sa valeur maxima. Mais elle se vérifie aussi dans les autres cas, la dissociation donnant toujours lieu à une diminution de pression, comme je l'ai établi ailleurs. Par contre, ce ne sont pas là, en général, les réactions qui se produisent à la plus basse température possible. Si donc le corps explosif reçoit dans un temps donné une quantité de chaleur insuffisante pour en porter la température jusqu'au degré qui correspond aux réactions les plus violentes, il éprouvera une décomposition capable de dégager moins de chaleur, voire même d'en absorber; et il pourra se détruire complètement par cette décomposition, sans développer les effets explosifs les plus énergiques.

Le contraire se produira, si le corps est brusquement échauffé jusqu'à la température correspondant aux réactions les plus énergiques.

6. — Enfin la multiplicité des réactions possibles entraînera toute une série d'effets intermédiaires, et cela d'autant mieux que, suivant le mode d'échauffement, il pourra arriver que plusieurs décompositions se succèdent progressivement. Cette succession de décompositions donne même lieu à des effets plus compliqués, comme l'a fait observer M. Jungfleisch, lorsque la première décomposition, au lieu de produire une élimination totale de la partie décomposée (changée en matières gazeuses ou volatiles), produit un partage de la substance primitive en deux parties; l'une, gazeuse, qui s'élimine; l'autre, solide ou liquide, qui reste exposée à l'action consécutive de l'échauffement. La composition de ce résidu n'étant plus la même, comme il arrive, par exemple, avec la nitroglycérine qui a dégagé d'abord une portion de son oxygène sous forme de vapeurs nitreuses, les effets de sa destruction consécutive pourront être complètement changés.

7. — Telles sont les causes, les unes chimiques, les autres mécaniques, pour lesquelles la nitroglycérine et la poudre-coton comprimée produisent chacune des effets si différents, selon qu'on les enflamme à l'aide d'un corps en ignition faible, ou bien d'une flamme, ou d'une fusée ordinaire, ou bien encore à l'aide d'une amorce chargée de fulminate de mercure.

Par exemple, MM. Roux et Sarrau ont trouvé que les charges nécessaires pour rompre un obus varient, toutes choses égales d'ailleurs, en sens inverse des nombres suivants; ces nombres ont été évalués en prenant la poudre à fusil comme unité :

	Détonation.	Inflammation
Nitroglycérine	10,0	4,8
Coton-poudre comprimé	6,5	3,0
Acide picrique	5,5	2,0
Picrate de potasse.	5,3	1,8

Le poids de la charge de rupture avec la poudre noire elle-même, sous l'influence de la nitroglycérine amorcée avec du fulminate, a pu être réduit dans le rapport de 4,34 à 1.

Cette inégalité dans la force des diverses poudres est attribuable en partie au refroidissement produit par les parois dans une réaction plus lente, et en partie aussi au changement survenu dans la réaction chimique.

8. — La diversité des effets est moins marquée avec la poudre-coton non comprimée, parce que l'influence du choc initial s'exerce sur une moindre quantité de matière, et surtout parce que la propagation des réactions successives dans la masse y développe des pressions initiales plus faibles et une transformation moins directe de la force vive en chaleur transmise au corps explosif, à cause de l'air interposé; par suite, l'onde explosive ne peut guère s'y produire.

La poudre-coton comprimée elle-même est moins compacte que la nitroglycérine, à cause de sa structure; c'est pourquoi les pressions dues aux chocs doivent être sensiblement atténuées par l'existence des interstices. Aussi la poudre-coton est-elle plus difficile à faire détoner que la nitroglycérine. La nitroglycérine détone par la chute d'un poids tombé d'une moindre hauteur, par l'emploi d'une amorce chargée de poudre-coton, ou d'un mélange de fulminate et de chlorate de potasse, etc.; tandis que la poudre-coton ne fait pas explosion sous l'influence de la nitroglycérine, ni sous l'influence d'un mélange de fulminate et de chlorate : elle réclame le choc plus brusque du fulminate de mercure pur. Celui-ci, d'ailleurs, est moins efficace s'il est employé à nu, que s'il est placé dans une enveloppe épaisse de cuivre ou de fer-blanc; il est moins efficace dans une enveloppe de papier ou d'étain en feuilles que dans une enveloppe de cuivre; il est moins efficace encore, si l'amorce n'est pas en contact avec le coton-poudre. Enfin s'il est placé dans un tube de plume, son effet se trouve annulé. La nitroglycérine détone moins bien sous l'influence d'une fusée au fulminate, si elle s'est enflammée avant l'explosion du fulminate, l'inflammation préalable ayant pour effet de produire un certain vide entre deux.

L'absence d'un contact immédiat entre la dynamite contenue dans les cartouches et l'amorce au fulminate est nuisible pour la même raison, le choc étant amorti en partie

par l'air interposé. La sensibilité, l'action du fulminate est plus grande dans la dynamite qui renferme de la nitroglycérine liquide, que dans celle qui contient de la nitroglycérine gelée ; ce qui s'explique également par le défaut d'homogénéité de la dynamite gelée, dans laquelle la nitroglycérine est en partie séparée de la silice poreuse, par suite de sa solidification.

9. — Tous ces phénomènes s'expliquent par la valeur plus ou moins considérable des pressions initiales et par leur développement plus ou moins subit, c'est-à-dire par les conditions qui règlent la force vive transformée en chaleur dans un temps donné, au sein des premières couches de la matière explosive atteintes par le choc.

La quantité de force vive ainsi transformée dépend donc à la fois de la brusquerie du choc et de la grandeur du travail qu'il peut développer : ce sont là deux données qui varient d'une substance explosive à l'autre. Par exemple, les amorces les plus convenables ne sont pas toujours celles dont l'explosion est la plus instantanée. M. Abel a reconnu que le chlorure d'azote n'est pas très efficace pour enflammer la poudre-coton ; l'iodure d'azote, si sensible au moindre frottement, demeure tout à fait impuissant à l'égard de la poudre-coton. Or le chlorure d'azote est précisément l'un des corps explosifs, parmi ceux dont nous nous occupons ici, qui développent le moins de chaleur, et par conséquent de travail, sous un poids déterminé ; on conçoit donc qu'il faille en employer davantage à titre d'amorce. Quant à l'iodure d'azote, d'après les analogies tirées des composés iodosubstitués (voir *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XX, p. 449), son explosion doit développer bien moins de chaleur encore et de travail, sous le même poids, que le chlorure d'azote. Son impuissance est donc facile à comprendre.

VI.

1. — Les phénomènes qui viennent d'être décrits ont été observés sur des explosifs solides ou liquides ; mais les gaz composés et les mélanges gazeux tonnants donnent lieu à des expériences analogues et qui jettent une lumière plus vive encore sur la théorie. En effet, la transformation chimique d'un tel mélange gazeux peut s'effectuer avec des vitesses très diverses, suivant le mode de propagation de la décomposition ou de l'inflammation.

2. — Soit d'abord un gaz composé formé avec absorption de chaleur depuis ses éléments, tel que l'acide hypochloreux ($Cl + O = ClO$ absorbe — 7,6), l'acétylène ($C^4 + H^2 = C^4H^2$ absorbe — 61,5), ou le cyanogène ($C^4 + Az^2 = C^4Az^2$: — 74,5).

Un tel gaz se décompose en sens inverse avec dégagement de chaleur. C'est, en effet, ce qui se réalise avec le gaz hypochloreux, chauffé au-dessus de 100°, ou traversé par une étincelle électrique, ou mis en contact avec un corps en ignition : le gaz détone aussitôt, en reproduisant du chlore et de l'oxygène.

Mais il n'en est pas de même de l'acétylène, non plus que du cyanogène. Ces gaz ne détonent ni sous l'influence de l'échauffement, ni sous l'influence de l'étincelle électrique, bien qu'ils se décomposent par là, mais peu à peu et sans explosion. Au contraire, j'ai trouvé que le choc brusque du fulminate de mercure les fait détoner subitement avec une grande flamme, séparation de leurs éléments : carbone et hydrogène, dans le cas de l'acétylène ; carbone et azote, dans le cas du cyanogène. Ces expériences ont été analysées récemment dans le présent recueil.

3. — Les mélanges explosifs, constitués par le mélange de l'oxygène avec un gaz combustible, peuvent également brûler avec des vitesses extrêmement différentes, suivant le mode de propagation de la réaction chimique.

Nous avons cité les expériences de M. Bunsen, qui avait cru pouvoir fixer les vitesses de combustion d'un mélange de gaz hydrogène et oxygène, en proportions équivalentes, à 34 mètres par seconde, et celle d'un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, à un mètre seulement. Il s'était fondé sur des expériences faites d'après la rétrogradation de la flamme dans le mélange mis en écoulement dans l'atmosphère, à travers un orifice étroit. Ayant repris ces expériences dans ces derniers temps avec le concours de M. Vieille, dans des conditions différentes, nous avons observé des vitesses incomparablement plus grandes. Voici comment nous avons opéré.

On a rempli chaque fois avec le mélange explosif, sous la pression atmosphérique, soit un tuyau de fer long de 5 mètres, d'un diamètre intérieur égal à 8 millimètres, susceptible d'être maintenu tantôt ouvert, tantôt fermé à ses extrémités ; soit un tube de plomb long de 40 mètres ; soit même un tube de caoutchouc épais long de 40 mètres. Une disposition spéciale permettait d'enregistrer le passage de l'onde explosive, tant à l'origine, que plus loin et à l'extrémité du tube (1), et de mesurer le temps écoulé entre ces divers passages. Les expériences ont été faites avec les tubes tantôt ouverts à une extrémité, tantôt fermés ; tantôt placés horizontalement, tantôt verticalement, et sous diverses pressions ; elles ont permis de constater que la détonation se propage avec une vitesse de plusieurs milliers de mètres par seconde, tant pour le mélange d'hydrogène et d'oxygène, que pour le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène.

4. — La différence entre ces résultats et ceux qui avaient été observés par M. Bunsen s'explique par la diversité des conditions : les gaz enflammés dans les expériences antérieures étant refroidis au contact de l'air, et l'onde explosive ne se produisant pas. La différence entre les deux ordres de combustion paraît analogue à celle qui existe entre l'inflammation simple des matières explosives, opération dans laquelle le mouvement des diverses particules se produit confusément et d'une manière indépendante, et leur détonation subite, provoquée par une amorce fulminate, opération dans laquelle les mouvements deviennent coordonnés. Dès lors les effets de température et de pression atteignent leur maximum et se propagent avec une vitesse incomparablement plus grande. Quelques-unes des observations faites sur le

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 19.

grisou, dans les mines, semblent comporter une interprétation analogue.

5. — Ce qui caractérise cet ordre de phénomènes, c'est la production d'une onde explosive, c'est-à-dire d'une certaine surface régulière où se produit la transformation, et qui réalise un même état de combinaison, de température, de pression, etc.; cette surface, une fois produite, se propage ensuite de couche en couche, dans la masse tout entière, par suite de la transmission des chocs successifs des molécules gazeuses, amenées à un état vibratoire plus intense en raison de la chaleur dégagée dans leur combinaison, et transformées sur place, ou, plus exactement avec un faible déplacement relatif. Des phénomènes analogues peuvent se développer dans les solides et dans les liquides explosifs, conformément à ce qui a été dit plus haut.

6. — Ces effets sont comparables à ceux d'une onde sonore, mais avec cette différence essentielle que le phénomène explosif ne se reproduit pas périodiquement, c'est-à-dire qu'il donne lieu à une onde unique et caractéristique; tandis que le phénomène sonore est engendré par une succession périodique d'ondes pareilles les unes aux autres.

Il y a en outre cette différence capitale que la force vive du système des molécules, dont l'ensemble constitue l'onde sonore, se maintient sensiblement constante, pendant la propagation de l'onde, et qu'elle est peu considérable; tandis que la force vive du système de molécules qui constituent l'onde explosive est énorme et qu'elle va d'abord croissant et tend vers un maximum, déterminé par la température la plus haute que puisse prendre le système, en raison de sa transformation chimique actuellement réalisable. — En fait, ce maximum n'est jamais atteint, en raison des conditions de refroidissement; mais on s'en approche d'autant plus que la réaction est plus rapide, opérée dans un milieu plus condensé et sur une masse plus considérable.

7. — La propagation des chocs successifs entre les molécules ultimes des corps nous conduit même à pousser plus loin la comparaison des effets mécaniques et des effets thermiques qui se développent simultanément. En effet, la force vive communiquée à cet ordre de molécules par la combinaison chimique n'est autre chose que la chaleur même dégagée dans la réaction, et la pression exercée sur les molécules mêmes et sur les parois des vases en est la traduction immédiate, d'après les théories présentes. Nous arrivons donc à un point où les deux ordres de notions tendent à se confondre.

8. — Il résulte de ces explications que la vitesse de propagation de la détonation devient comparable à la vitesse du son, laquelle se propage également en vertu d'un mouvement ondulatoire; la vitesse de ces deux mouvements étant du même ordre que la vitesse même de translation des molécules gazeuses.

9. — On peut préciser davantage ce point de vue, en faisant observer que la vitesse de translation des molécules gazeuses est égale, d'après les formules de M. Clausius, à

$29^m,354\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ par seconde.

T exprime ici la température absolue ($273+t$), ρ la densité du mélange gazeux rapportée à celle de l'air. Soit $T=3000°$, température dont il est permis d'admettre le développement (1) dans les mélanges gazeux que nous envisageons ici, pris à la pression normale. La vitesse propre de translation des molécules gazeuses sera comprise entre 1300 mètres et 1600 mètres par seconde, suivant que l'on opère sur l'acide carbonique, ou sur le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, ou sur un mélange dissocié renfermant ces divers composants. Elle serait comprise entre 2000 mètres et 2500 mètres par seconde, pour la vapeur d'eau ou ses composants. Ces chiffres peuvent fournir un premier terme de comparaison, sans qu'il soit pourtant permis d'oublier que les phénomènes explosifs sont plus complexes qu'un simple mouvement de translation, ou même la propagation d'une onde sonore.

VII.

EXPLOSIONS PAR INFLUENCE.

1. — Jusqu'ici nous avons envisagé le développement des réactions explosives, soit au point de vue de leur durée dans un système homogène, dont toutes les parties sont maintenues à une température identique; soit au point de vue de leur propagation dans un système également homogène, auquel la mise de feu est appliquée directement au moyen d'un corps en ignition ou d'un choc violent. Mais l'étude des substances explosives a révélé, dans ces dernières années, l'existence d'un autre mode de propagation des réactions dans un milieu explosif, cette propagation ayant lieu à distance et par l'intermédiaire de l'air ou de certains corps solides, qui ne participent pas par eux-mêmes au changement chimique.

Nous voulons parler des explosions dites par influence, déjà soupçonnées autrefois, d'après certains faits connus, relativement à l'explosion simultanée de plusieurs bâtiments, séparés par de grands intervalles, dans les catastrophes des poudrières.

L'attention a été plus spécialement appelée sur cet ordre de phénomènes par l'étude de la nitroglycérine et de la poudre-coton.

2. — Citons d'abord des faits caractéristiques. Une cartouche de dynamite, provoquée à détoner au moyen d'une amorce de fulminate, fait détoner les cartouches voisines, non seulement au contact et par choc direct, mais même à distance. On peut faire détoner ainsi un nombre indéfini de cartouches, disposées suivant une ligne droite, ou suivant une courbe régulière.

3. — Les distances auxquelles l'explosion se propage sont relativement considérables. Ainsi, par exemple, les cartouches étant contenues dans des enveloppes métalliques rigides et posées sur un sol résistant, la détonation produite par 100 grammes de dynamite de Vonges (75 pour 100, nitroglycérine, 25 pour 100, randanite, c'est-à-dire silice très divi-

(1) *Ann. de ch. et de phys.*, 5e série, t. XII, p. 309.

visée) se communique à $0^m,3$ de distance, d'après les expériences du capitaine Coville. D étant la distance en mètres et C le poids de la charge en kilogrammes; les expériences de cet officier ont donné D = 3,0C.

Les cartouches étant appuyées sur un rail, il a trouvé D = 7,0C.

Sur un terrain ameubli ou détrempé, les distances sont au contraire moindres.

La cartouche étant suspendue en l'air, il n'y a pas eu détonation par influence, peut-être parce que la cartouche n'étant pas fixée peut reculer librement, ce qui diminue la violence du choc. Cependant il existe des expériences qui montrent que l'air suffit pour transmettre la détonation par influence, quoique plus difficilement, et en opérant sur des masses plus fortes.

Avec une dynamite moins riche en nitroglycérine (55 nitroglycérine + 45 pour 100 de cendres argileuses de boghead) contenue dans des cartouches analogues et posées à terre, les expériences du capitaine Pamard ont donné des distances moindres : D = 0,90 C.

Si l'on emploie des enveloppes métalliques moins résistantes, la distance à laquelle se propage l'explosion est également diminuée. La dynamite simplement répandue sur le sol cesse même de propager l'explosion.

Les expériences faites en Autriche ont donné des résultats analogues. Elles ont montré que l'explosion se communique soit à l'air libre, avec des intervalles de 4 centimètres, soit à travers des planchettes de sapin épaisses de 18 millimètres. Dans un tube de plomb d'un diamètre égal à $0^m,15$ et de 1 mètre de longueur, une cartouche placée à une extrémité a fait détoner une cartouche placée à l'autre bout.

La transmission de l'explosion se fait mieux encore dans des tubes de fer forgé.

Les assemblages diminuent l'aptitude à la transmission.

4. — L'explosion ainsi propagée peut aller en s'affaiblissant, d'une cartouche à l'autre et même changer de caractère. Ainsi d'après les expériences du capitaine Müntz à Versailles (1872), une première charge de dynamite, détonant directement, avait creusé dans le sol un entonnoir de $0^m,30$ de rayon ; la deuxième charge détonant par influence a creusé seulement un entonnoir de $0^m,22$; l'effet de la détonation avait donc été réduit. Cette réduction doit se produire surtout vers la limite des distances auxquelles l'influence cesse.

De même, on a pris quatre écrans de fer-blanc, espacés de 40 millimètres et on a adossé à chacun d'eux un petit cylindre de coton-poudre, le tout fixé sur une planchette. A 15 millimètres en avant du premier écran, on a fait détoner un cylindre analogue. Tous les cylindres ont détoné; mais on a observé une diminution progressive dans les affouillements produits sur la planchette au-dessous de chaque cylindre.

D'après ces faits, la propagation par influence dépend à la fois de la pression acquise par les gaz et de la nature du support.

Il n'est pas même nécessaire que celui-ci soit rigide.

5. — En effet, en opérant au sein de l'eau, sous une profondeur de $1^m,30$, une charge de dynamite de 5 kilogrammes entraîne l'explosion d'une charge de 4 kilogrammes situés à 3 mètres de distance. L'eau transmet donc le choc explosif, du moins jusqu'à une certaine distance, à la façon d'un corps solide. Cette transmission est si violente, que les poissons sont tués au sein des étangs, dans une sphère d'un certain rayon, par l'explosion d'une cartouche de dynamite : procédé qui est parfois employé pour pêcher une pièce d'eau, mais qui offre l'inconvénient de la dépeupler.

6. — Des expériences analogues ont été faites par M. Abel avec la poudre-coton comprimée. D'après ses observations, l'explosion d'un premier bloc détermine celle d'une série de blocs semblables. Cette propagation a été également étudiée sous l'eau, l'explosion d'une torpille chargée de fulmi-coton faisant détoner les torpilles voisines placées dans un certain rayon d'activité.

Les pressions subites transmises par l'eau ont même été mesurées, à l'aide de *crusher* de plomb, à des distances diverses, telles que $2^m,50$; $3^m,50$; $4^m,50$; $5^m,50$; elles vont en décroissant, comme on devait s'y attendre. En outre, l'expérience prouve que la position relative de la charge et du crusher est indifférente ; — ce qui est conforme au principe d'égale transmission en tous sens des pressions hydrauliques.

7. — Au même ordre d'explosions par influence se rapportent les explosions de matières fulminantes, se propageant subitement à un grand nombre d'amorces. Nous avons cité plus haut l'explosion de la rue Béranger. Les expériences faites à cette occasion par M. Sarrau ont montré que les amorces du genre qui a provoqué cette catastrophe peuvent brûler successivement dans un incendie, sans donner lieu à une explosion générale; tandis que l'explosion de quelques-unes de ces mêmes amorces, renfermant chacune 10 milligrammes de matières explosives, si elle est provoquée par une pression brusque, détermine, par influence, l'explosion des paquets voisins, même non contigus et situés à 15 centimètres de distance. Une explosion générale se produira donc aisément par influence.

8. — Il résulte de ces faits, et spécialement des expériences faites sous l'eau, que les explosions par influence ne sont pas dues à une inflammation proprement dite, mais à la transmission d'un choc, résultant des pressions énormes et subites produites par la nitroglycérine ou la poudre-coton.

Développons cette explication ; c'est au fond la même que nous avons déjà présentée pour rendre compte de l'influence du choc qui détermine la détonation directe des matières explosives.

9. — Dans une réaction extrêmement rapide, les pressions peuvent approcher de la limite qui répondrait à la matière détonant dans son propre volume; et la commotion due au développement subit de pressions presque théoriques peut se propager soit par l'intermédiaire du sol et des supports, soit à travers l'air lui-même, projeté en masse, comme l'ont montré les explosions de certaines poudrières, celles des dépôts de poudre-coton, et même quelques-unes des expé-

riences faites sur la dynamite et la poudre-coton comprimée. L'intensité du choc, propagé soit par une colonne d'air, soit par une masse liquide ou solide, varie avec la nature du corps explosif et son mode d'inflammation ; il est d'autant plus violent que la durée de la réaction chimique est plus courte et qu'elle développe plus de gaz, c'est-à-dire une pression initiale plus forte, et plus de chaleur, c'est-à-dire de travail, pour le même poids de matière explosive.

10.— Cette transmission du choc se fait mieux par les solides que par les liquides, mieux par les liquides que par les gaz : par les gaz, elle a lieu d'autant mieux qu'ils sont plus comprimés. A travers les solides, elle se propage d'autant mieux que ceux-ci sont plus durs, le fer la transmettant mieux que la terre, et la terre dure mieux que le sol ameubli.

Tout assemblage l'affaiblit, spécialement s'il y a interposition d'une substance moins dure. C'est ainsi que l'emploi comme récipient d'un tube formé avec une plume d'oie arrête l'effet du fulminate de mercure, tandis qu'un tube ou une capsule de cuivre rouge transmet cet effet avec toute son intensité.

Les explosions par influence se propagent d'autant mieux dans une série de cartouches que l'enveloppe de la première cartouche détonante est plus résistante, ce qui permet aux gaz d'atteindre une pression plus forte avant que l'enveloppe soit déchirée.

L'existence d'un espace vide, c'est-à-dire rempli d'air, entre le fulminate et la dynamite diminue au contraire la violence du choc transmis et, par conséquent, celle de l'explosion; en général, les effets des poudres brisantes sont amoindris lorsqu'il n'y a pas contact.

11. — Pour concevoir complètement la transmission des pressions subites qui donnent lieu au choc par les supports, il est utile de se rappeler ce principe général, en vertu duquel, dans une masse homogène, les pressions se transmettent également en tous sens et sont les mêmes sur un petit élément de surface, quelle qu'en soit la direction. Les détonations produites sous l'eau avec la poudre-coton montrent que ce principe est également applicable aux pressions subites qui produisent les phénomènes explosifs. Mais il cesse d'être vrai lorsqu'on passe d'un milieu à un autre.

12. — Si la matière chimiquement inactive qui transmet le mouvement explosif est fixée dans une situation déterminée, à la surface du sol, ou bien à la surface du rail sur lequel la première cartouche a été posée, ou bien encore maintenue par la pression d'une masse d'eau profonde, au sein de laquelle on produit la première détonation, la propagation du mouvement dans cette matière ne saurait guère avoir lieu que sous la forme d'une onde d'ordre purement physique et par conséquent d'un caractère essentiellement différent de la première onde d'ordre chimique et physique à la fois, développée dans le corps explosif lui-même. Cette nouvelle onde propage l'ébranlement à partir du centre explosif, tout autour de lui et avec une intensité qui décroît en raison inverse du carré de la distance. Au voisinage même du centre, les déplacements des molécules peuvent rompre la cohésion de la masse et la disperser ou la broyer, en agrandissant la chambre d'explosion, si l'on opère dans une cavité. Mais à une distance fort courte et dont la grandeur dépend de l'élasticité du milieu ambiant, ces mouvements, confus à l'origine, se régularisent pour donner naissance à l'onde proprement dite, caractérisée par des compressions et des déformations subites de la matière; l'amplitude de ces oscillations dépend de la grandeur de l'impulsion initiale. — Elles cheminent avec une vitesse extrême et conservent leur régularité jusqu'au point où le milieu est interrompu. Là, ces compressions et déformations subites changent de nature et se transforment en un mouvement d'impulsion, c'est-à-dire qu'elles reproduisent le choc. Si elles agissent alors sur une nouvelle cartouche, elles peuvent en déterminer l'explosion; le choc sera d'ailleurs atténué avec la distance et, par suite, les caractères de l'explosion pourront être modifiés. Les effets diminueront ainsi jusqu'à un certain terme, au delà duquel l'explosion cessera de se produire.

Lorsque celle-ci a lieu sur une seconde cartouche, la même série d'effets se reproduira de la deuxième à la troisième cartouche ; mais ils dépendront du caractère de l'explosion de la deuxième cartouche. Et ainsi de suite.

13. — Telle est la théorie qui me paraît rendre compte des explosions par influence et des phénomènes qui les accompagnent. Elle repose, en définitive, sur la production de deux ordres d'ondes : les unes, qui sont les ondes explosives proprement dites, développées au sein de la matière qui détone et consistant en une transformation incessamment reproduite des actions chimiques en actions calorifiques et mécaniques, laquelle transmet le choc aux supports et aux corps contigus; les autres, purement physiques et mécaniques, et qui transmettent également les pressions subites tout autour du centre d'ébranlement, aux corps voisins et, par un cas singulier, à une nouvelle masse de matière explosive.

14. — Une théorie différente de celle-là avait été proposée d'abord par M. Abel : c'est la théorie des *vibrations synchrones,* dont il convient de parler maintenant. D'après le savant anglais, la cause déterminante de la détonation d'un corps explosif réside dans le synchronisme entre les vibrations produites par le corps qui provoque la détonation, et celles que produiraient en détonant le premier corps : précisément comme une corde de violon résonne à distance à l'unisson avec une autre corde mise en vibration. M. Abel a cité à l'appui les faits suivants. D'abord les détonateurs semblent spéciaux pour chaque matière explosive. Par exemple, l'iodure d'azote, si impressionnable au choc et à la friction, ne paraît pas pouvoir faire détoner le coton-poudre comprimé. Le chlorure d'azote, si facilement explosif, ne produit la détonation que si on l'emploie sous un poids décuple de celui du fulminate. De même, la nitroglycérine ne produit pas la détonation du coton-poudre en feuilles, sur lesquelles on pose l'enveloppe qui la contient. On a pu faire détoner ainsi jusqu'à $23^{gr},3$ de nitroglycérine sans succès. Au contraire, l'influence inverse est constatée : $7^{gr},75$ de coton-poudre comprimé ayant fait détoner, à 25 millimètres de distance, la nitroglycérine ren-

fermée dans une enveloppe de tôle mince. Une amorce formée avec un mélange de cyanoferrure de potassium et de chlorate de potasse ne fait pas non plus détoner le coton-poudre (d'après Brown). Enfin l'amorce constituée par un mélange de fulminate de mercure et de chlorate de potasse doit être prise sous un poids bien plus considérable que si elle était formée par du fulminate pur, d'après Trauzl. Cependant la chaleur dégagée sous l'unité de poids est supérieure d'un cinquième avec le premier mélange.

15. — MM. Champion et Pellet ont apporté à l'appui de cette ingénieuse hypothèse les expériences suivantes; ils ont fixé sur les cordes d'une contrebasse des parcelles d'iodure d'azote, substance qui détone par le moindre frottement. Ils ont alors fait vibrer les cordes d'un instrument pareil, situé à distance; la détonation s'est produite, mais seulement pour des sons supérieurs à une note déterminée, qui répondait à 60 vibrations par seconde. Ils ont encore pris deux miroirs paraboliques conjugués, placés à $2^m,5$ de distance et ils ont placé sur la ligne des foyers, en divers points, quelques gouttes de nitroglycérine ou d'iodure d'azote; puis ils ont fait détoner à l'un des foyers une forte goutte de nitro-glycérine; ils ont observé que les matières explosives placées au foyer conjugué détonent à l'unisson, à l'exclusion des matières pareilles placées en d'autres points. Une couche de noir de fumée, placée à la surface des miroirs, était destinée à empêcher la réflexion et la concentration des rayons calorifiques.

16. — Cependant aucune de ces expériences ne me paraît concluante, et plusieurs me semblent même formellement contraires à la théorie. Observons d'abord que la spécialité d'une certaine note musicale, capable de déterminer chaque genre d'explosion, n'a jamais été établie ; c'est seulement au-dessous d'une certaine note que les effets cessent de se produire, tandis qu'ils ont lieu de préférence et quel que soit le corps explosif pour les notes les plus aiguës. En outre, ces effets cessent de se produire à des distances incomparablement moindres que la résonnance des cordes à l'unisson, ce qui prouve que les détonations sont des fonctions de l'intensité de l'action mécanique, plutôt que du caractère même de la vibration déterminante. La détonation cesse également de se produire, lorsque le poids du détonateur est trop faible, et, par conséquent, la force vive du choc atténuée. Cependant la note vibratoire spécifique qui déterminerait les explosions devrait toujours demeurer la même. Par exemple, les cartouches de dynamite à 75 pour 100 cessent de détoner lorsque la capsule renferme un poids de fulminate inférieur à $0^{gr},2$; la détonation n'étant assurée, dans tous les cas, que par le poids réglementaire de 1 gramme. Ceci confirme l'existence d'une relation directe entre le caractère de la détonation et l'intensité du choc produit par un seul et même détonateur.

S'il était vrai que le coton-poudre fasse détoner la nitroglycérine, en raison du synchronisme de la vibration communiquée, on ne comprendrait pas pourquoi l'action réciproque n'a pas lieu ; tandis que l'absence de réciprocité s'explique aisément par la différence de structure des deux substances, laquelle joue un rôle capital dans la transformation de la force vive en travail.

17. — Cette même diversité de structure, les modifications qu'elle apporte à la transmission des phénomènes du choc et à la transformation de l'énergie mécanique en énergie calorifique, peuvent être invoquées pour rendre compte des faits observés par M. Abel.

La différence entre l'énergie du fulminate pur et celle du fulminate mélangé de chlorate de potasse n'est pas moins facile à expliquer; le choc produit par le premier corps étant plus brusque, en raison de l'absence de toute dissociation du produit, lequel n'est autre que l'oxyde de carbone, cette absence doit être opposée à la dissociation de l'acide carbonique formé dans le deuxième cas. Peut-être aussi la formation du chlorure de potassium, disséminé dans les gaz produits avec le concours du chlorate de potasse, atténue-t-elle le choc, à la façon de la silice dans la dynamite.

18. — Tous les effets observés avec l'iodure d'azote s'expliquent par la vibration des supports et par les effets de frottement qui en résultent, cette substance étant éminemment sensible à la friction.

19. — L'expérience des miroirs conjugués s'explique non moins régulièrement par la concentration au foyer des mouvements de l'air et, par conséquent, des effets mécaniques qui en résultent.

20. — M. Lambert a constaté d'ailleurs, dans des expériences faites au nom de la commission des substances explosives, que, l'explosion des cartouches de dynamite étant produite dans des tuyaux de fonte d'un grand diamètre, il ne paraissait y avoir, au point de vue des détonations provoquées par influence, aucune différence entre les ventres et les nœuds vibratoires, caractéristiques du tuyau.

21. — Désirant éclairer tout à fait la question, en la dégageant de l'influence des supports et de la diversité de cohésion et de structure physique des matières explosives solides, j'ai entrepris des expériences spéciales sur la stabilité chimique de la matière en vibration sonore, et spécialement sur celle des corps gazeux, tels que l'ozone ou l'hydrogène arsénié ou liquides, tels que l'eau oxygénée ou l'acide persulfurique : tous ces corps étant choisis parmi ceux qui se décomposent ou se transforment d'eux-mêmes, et dès la température ordinaire, avec dégagement de chaleur, précisément comme les substances explosives. La description de ces expériences a été donnée dans le présent recueil (mai 1880).

Elles ont conduit à cette conclusion que les matières transformables avec dégagement de chaleur sont stables sous l'influence des vibrations sonores, tandis qu'elles se transforment sous l'influence des vibrations éthérées. Cette diversité dans le mode d'action des deux classes de vibrations n'a rien qui doive surprendre, si l'on considère à quel point les vibrations sonores les plus aiguës sont incomparablement plus lentes que les vibrations lumineuses ou calorifiques.

22. — Cependant il ne paraît pas douteux que la propagation des explosions par influence ne se fasse en vertu d'un mouvement ondulatoire : mouvement complexe, d'ordre chimique et physique au sein de la substance explosive qui se trans-

forme, tandis qu'il est purement physique au sein des matières intermédiaires qui ne changent pas de nature. Mais ce qui distingue ce genre de mouvement des vibrations proprement dites, c'est d'abord son extrême intensité, c'est-à-dire la grandeur de la force vive qu'il transmet; c'est aussi le caractère unique de l'onde explosive qui se propage, opposée à la multiplicité des ondes sonores successives. Enfin il est essentiel de remarquer que la matière explosive ne détone pas parce qu'elle transmet le mouvement, mais au contraire, parce qu'elle l'arrête et qu'elle en transforme sur place l'énergie mécanique en une énergie calorifique, capable d'élever subitement la température de la matière jusqu'au degré qui en provoque la décomposition.

BERTHELOT,
Membre de l'Institut.

HYGIÈNE

Le poison du maïs et la pellagre.

La pellagre est un sujet d'études déjà bien vieux; néanmoins celui qui, en parcourant les campagnes de la haute Italie, l'a étudiée dans ses foyers; celui qui a vu comment, malgré les fausses idées qui persistent sur son étiologie, malgré les belles études de Balardini, Coptallat et surtout de Roussel, on est arrivé à laisser les pellagreux à la merci d'eux-mêmes ou d'une charité très incertaine, celui-là restera convaincu que nous sommes loin d'en avoir résolu tous les problèmes, et que dans ces dernières années même cette étude a fait, en quelque sorte, un pas en arrière. Si sur ce point j'ai pu moi-même trouver quelque chose de nouveau, je le dois surtout à la collaboration des plus habiles pathologistes de mon pays, et particulièrement à MM. B. Golgi, Marenghi, Bizzazgero, Manzini, Ceccarelli, Manfredi, qui ont bien voulu me prêter leur concours.

Je passe tout de suite à mes propres expériences.

J'ai commencé à nourrir des rats, des lapins et des poules, avec du maïs gâté, dans lequel M. le professeur Gibelli ne trouva que du *penicillum glaucum ;* tous ces animaux après quelques mois ont diminué de poids et quelques-uns sont morts. Comme phénomènes analogues à ceux que produit la pellagre je n'ai observé que la contracture des muscles des pattes postérieures chez un rat; la perte des plumes chez trois poules après cinq mois, et chez deux autres, des attaques de paralysie à la suite desquelles elles tombaient sur un côté. Ces résultats ne me parurent pas suffisants pour qu'on pût mettre, en thèse générale, la pellagre sur le compte du maïs gâté. Pour me rapprocher de la solution, il fallait absolument en étudier les effets sur l'homme.

Afin de faciliter l'administration, j'en ai préparé une teinture, je l'ai administrée à douze ouvriers pendant plusieurs semaines à la dose de 6 grammes et j'ai obtenu les effets suivants :

Boulimie, prurit; diminution du poids du corps; urines rouges de densité augmentée, diarrhée, somnolence diurne, affaiblissement musculaire, desquammation de la peau, évacuations molles, céphalalgie, dégoût des aliments faisant suite à la boulimie, brûlures aux paupières, envie de se baigner, sueurs profuses constantes, traces d'éphélides sur les bras et les mains, palpitations, pouls accéléré, puis affaibli, éruption d'ecthyma, tête chaude, sensation d'eau bouillante au dos, caractère inconstant et irascible, anxiété la nuit, bourdonnements d'oreilles, prurit scrotal, mydriase, ptosis de la paupière supérieure gauche, guérison d'un psoriasis, injection et rougeur générale de la peau, sensation de piqûres d'aiguilles à la peau, guérison d'un ancien chloasma au front, pesanteur et douleur précordiales, catarrhe aigu de l'estomac, apparition de furoncles, sensation de corps étranger dans la tête, entéralgie, saveur de chaux dans la bouche, sensation de brûlure au pharynx.

Les phénomènes les plus graves observés du côté de la peau et du système nerveux parurent après la quatrième dose; dans quelques cas après la septième, dans un cas au bout de deux mois ; dans deux, il n'y eut aucune action. Un individu, d'ailleurs très robuste, présenta des accidents d'intoxication aiguë, avec mydriase, syncope et diarrhée. Dans quelques-uns, ces effets continuèrent deux mois et demi, parfois jusqu'à neuf mois après la suspension du poison. Le poids du corps a diminué, malgré une nourriture suffisante, de 2 à 10 kilogrammes. Dans deux cas seulement il y a eu une augmentation de poids, justifiée, chez un malade, par la guérison d'une vieille dermatose, chez un autre par une voracité extraordinaire qui l'obligeait à manger une livre de pain en plus, chaque jour, depuis le début de l'expérience.

En somme, les symptômes digestifs viennent en première ligne : il y a de la boulimie, du dégoût des aliments, de la diarrhée, de l'entéralgie; presque aussitôt apparaissent les lésions cutanées, les plus caractéristiques de la pellagre : prurit, piqûres, éphélides, sensation de brûlure, desquammation. Suivent les phénomènes nerveux : la mydriase, le ptosis, la somnolence, le plaisir à voir et à toucher l'eau, les céphalées, les vertiges. Des symptômes d'une autre nature me semblent dignes de remarque, ce sont les palpitations, l'accélération, puis le ralentissement du pouls; les syncopes nous révèlent une action sur le cœur; l'augmentation du poids spécifique, la diminution du volume des urines et leur couleur rouge nous indiquent une action sur les reins. Il serait facile de trouver une liaison entre la plus grande partie de ces phénomènes en admettant une localisation sur le système nerveux, surtout sur le système ganglionnaire; la boulimie, la diarrhée s'expliqueraient par des lésions du plexus solaire ; les phénomènes cutanés, par la paralysie des vaso-moteurs. Remarquons que tous ces symptômes ont la plus grande analogie avec ceux qu'offrent la pellagre au début, observée dans son foyer naturel, à la campagne.

J'ai rencontré, en effet, le prurit, les sueurs, les blépharites bien plus souvent que les anciens observateurs, et

j'ai trouvé aussi fréquemment la somnolence, les éphélides, les palpitations.

J'ai même pu constater chez certains pellagreux et j'ai noté dans mes expériences une singulière contradiction symptomatique caractérisée par la coexistence de voracité et de dégoût, de somnolence et d'insomnie, etc. On peut l'expliquer par cette loi de toxicologie, d'après laquelle tous les poisons ont une action secondaire opposée à leur action primitive. Les contradictions viennent de ce que chez certaines personnes l'une ou l'autre action prédomine dans les autopsies; on trouve tantôt des traces d'anémie et d'atrophie, tantôt de l'hypérémie cérébrale ou intestinale.

A la marche tantôt lente, tantôt rapide de l'intoxication, correspondent des variations identiques dans le cours de la pellagre; la variété à marche rapide s'appelle *typhus pellagreux*.

Son action sur le cœur, les reins, les centres vasomoteurs, explique l'atrophie brune du cœur, la sclérose et la stéatose rénales, cardiaques, hépatiques, la pigmentation et l'infiltration graisseuse des cellules ganglionnaires que j'ai rencontrées après la mort, l'ammoniémie, l'urémie, l'alcalinité des urines observées parfois pendant la vie.

L'action du poison ne provient pas du *penicillum glaucum* développé sur le grain, mais de son parenchyme même, car j'ai injecté sous la peau et j'ai fait avaler à beaucoup de personnes de ce *penicillum*: il n'a pas eu d'autre effet nuisible que de la pyrosis.

Si l'on chauffe à 120 degrés Réaumur un kilogramme de ce maïs avec 20 grammes de chaux vive pendant deux heures, et qu'on le fasse ensuite rôtir au four, l'action du poison est tout à fait neutralisée; mais elle ne l'est pas, quand on rôtit le maïs avarié sur la braise ou quand on le fait bouillir avec du café, de l'alcool, ou de l'eau à 100 degrés (1).

On a fait à ma manière de procéder plusieurs reproches; entre autres celui-ci. Vous avez expérimenté avec la teinture de maïs avarié; mais quel en est donc le principe vénéneux? le *corpus delicti* de l'empoisonnement?

Dans un travail postérieur, fait en collaboration avec M. Dupré (2), j'ai tâché de résoudre cette question, j'ai démontré que cette teinture est différente de celle qu'on obtient avec le maïs sain; qu'elle contient une huile soluble dans l'alcool, huile qui a un caractère résineux et une saveur amère. Administrée à des coqs pendant plusieurs mois, elle a fait naître des mouvements choréiques de la tête. Outre cette huile, nous en avons extrait, par distillation, de la même teinture une substance rouge, soluble dans la potasse, dont on parvient à la séparer à l'aide de l'acide sulfurique; elle se présente sous forme de flocons d'un rouge brun, insolubles dans l'éther; elle est précipitée en flocons rougeâtres par la solution d'iode dans l'iodure de potassium, en flocons d'un blanc tirant sur le jaune, par l'alcool rectifié. Elle tue très vite, en déterminant des contractions cloniques et toniques, notamment chez les grenouilles.

(1) *Études cliniques et expérimentales sur la pellagre*. Bologne, 1871.

(2) *Indagine chimiche fisiologiche sul maïs guasto*. Milano, 1873.

Poursuivant ces recherches avec M. Erba, nous avons modifié la façon de préparer la teinture, en faisant fermenter le maïs jusqu'à ce qu'il présentât l'*eurotium* et l'*oïdium lactis*; puis, nous le desséchions de manière à lui faire perdre 25 pour 100 de son poids (1). La teinture ainsi obtenue contenait une huile très active qui détermine, chez les grenouilles, des phénomènes tétaniques semblables à ceux que produit la strychnine, seulement ils mettent plus de temps pour se développer. Sur cinquante grenouilles auxquelles j'ai administré la préparation, le tétanos ne se produisit qu'au bout d'un temps variant de quatre à sept heures; ces animaux manifestaient auparavant une vivacité plus grande et comme une exagération de la sensibilité. Très souvent l'huile déterminait des phénomènes d'ataxie ou une sorte d'assoupissement.

J'ai isolé ensuite dans la teinture une substance extractive que j'ai désignée sous le nom de *pellagrozéine* de la même façon que l'on a nommé *ergotine* la substance active extraite par un procédé analogue du seigle ergoté; cette substance présentait quelques-uns des caractères physiques de l'ergotine; elle était d'une saveur amère, soluble dans l'eau en toutes proportions, insoluble dans l'alcool absolu, soluble dans l'alcool très étendu.

M. le professeur Brugnatelli a isolé une autre matière azotée, très amère, donnant des produits alcalins lorsqu'elle est traitée par la chaux sodée. Traitée par l'acide iodo-iodhydrique ioduré, elle donne un précipité rouge; par l'acide picrique, un précipité jaune; par le phospho-molibdate de soude, un précipité jaune vert; par l'iodure de cadmium, un précipité blanc; par l'iodure de bismuth et de potasse, un précipité jaune; par le bichlorure de platine, un précipité jaune.

Ce sont bien là les réactions propres aux alcaloïdes. De plus, la solution de ce corps dans l'acide sulfurique, exposée aux vapeurs d'acide nitrique, prend une teinte azurée; si l'on ajoute une petite quantité de brome, elle acquiert une couleur violacée persistante. Cette réaction, ainsi que les autres réactions colorées obtenues par l'action des acides iodo-iodhydrique, picrique, etc., servent à distinguer cet alcaloïde de la strychnine qui donne avec ses acides des précipités blancs. — L'action physiologique de cet alcaloïde est tout à fait la même que celle des sels de strychnine.

Par plus de trois cents expériences j'ai pu démontrer que cet extrait jouissait de propriétés antiputrides et retardait les fermentations, qu'il tuait les vibrions, les insectes, les annélides, les crustacés; chez ceux-ci, la mort est précédée de convulsions toniques et cloniques, ou de paralysies unilatérales.

Les poissons ont montré plus de résistance contre l'action de la pellagrozéine. Parmi les animaux de cette classe qui furent mis dans une eau qui en contenait une solution assez forte, les uns survécurent plusieurs jours, les autres moururent, mais sans phénomènes convulsifs.

(1) *I veneni del maïs e la loro applicazione all' igiene et alla terapia*. Bologne, 1878.

Les expériences faites sur les grenouilles donnèrent lieu à des résultats curieux : on vit chez quelques-unes, dans la demi-heure qui suivit l'injection de 50 centigrammes de pellagrozéine, des convulsions cloniques, l'exagération des mouvements réflexes et une notable diminution des battements du cœur. La mort arrivait deux heures environ après l'injection et elle était accompagnée de tétanos.

On nota également de notables différences suivant que les doses employées étaient faibles ou fortes et quand les substances avaient été préparées pendant les grandes chaleurs du mois d'août.

Avec des doses faibles (20 à 25 centigrammes) et en injectant les préparations d'août (les sujets étant plongés dans l'eau chaude à 40 ou 45°), 90 fois sur 100 on observa un tétanos précédé quelquefois et toujours suivi d'une paralysie unilatérale plus ou moins étendue et de mort.

Lorsque les doses étaient plus considérables, de 25 à 100 centigrammes, on nota chez quelques sujets des convulsions toniques, chez tous de la parésie des membres ; chez un petit nombre seulement (27 pour 100), le tétanos fut précédé de phénomènes narcotiques et presque toujours suivi de mort. Enfin, chez quelques grenouilles, on n'observa aucun phénomène grave.

Il ressort de toutes ces expériences que la température joue un rôle important dans l'activité des préparations de pellagrozéine ; en effet, le poison s'est montré beaucoup plus actif par les temps chauds que lorsque la température était basse. Hubermann explique par ce fait une plus grande solubilité du poison sous l'influence d'une température élevée.

Les oiseaux sont peu sensibles à l'action de cet agent; il a été nécessaire d'employer 10 grammes de substance par kilogramme en injection hypodermique pour donner la mort à un poulet.

Les rats le furent moins encore; de très fortes dóses prises par la bouche n'eurent aucune action. Les mêmes doses (13 grammes par kilogrammes) en injection souscutanée déterminèrent des paralysies accompagnées de contractures unilatérales dans les membres inférieurs. Les sujets soumis à l'injection montraient également une tendance à la marche rétrograde ; 2 grammes de pellagrozéine par kilogramme en injection hypodermique amenèrent la mort en moins de quatre heures chez des lapins.

Ces expériences furent reproduites avec succès sur des chats, des chiens, à la dose de 2 grammes par kilogramme; une demi-heure après l'injection, ces animaux étaient pris de vomissements, de contractures des membres postérieurs; en même temps, on notait la dilatation des pupilles, une exagération des mouvements réflexes. Deux heures après, tétanos général, abaissement de la température, accélération du pouls et des mouvements respiratoires : mort.

J'ai obtenu des résultats analogues (73 expériences) sur des batraciens, des oiseaux et des mammifères avec l'extrait des pains de maïs altéré. Je pensais que l'extrait alcoolique provenant de la partie embryonnaire du maïs moisi serait plus dangereux; mais il ne détermina que quelques troubles chez les grenouilles auxquelles il fut donné à la dose de 1 gramme. Seulement un lézard, auquel on en fit absorber un gramme, succomba huit heures après, avec des phénomènes de paralysie. Avec le sang des animaux tués par la pellagrozéine, j'ai injecté des grenouilles qui sont mortes avec des symptômes tétaniques.

Donc l'action de la pellagrozéine est analogue à celle de la strychnine et toutes deux produisent certains phénomènes bien connus de la pellagre, surtout du typhus pellagreux : boulimie, affaiblissement des membres postérieurs, soubresauts des tendons, trismus, rétractions des muscles dorso-lombaires, exagération de la sensibilité, accès tétaniques, associés ou non à des troubles paralytiques.

J'ai vu un malade atteint de pellagre chez lequel le bruit le plus léger, tel que celui d'une porte que l'on ferme, déterminait des convulsions toniques si violentes qu'il en roulait dans l'escalier.

Ces recherches expliquent également la fréquence plus grande des phénomènes pellagreux dans les saisons et les journées les plus chaudes.

Les analogies qui existent entre la pellagrozéine et la strychnine montrent comment l'usage du vin peut être utile pour prévenir et calmer les phénomènes de la pellagre ; on sait que les effets d'une dose énorme de strychnine (1 gramme) ont pu être retardés dix-huit heures chez une femme ivre. Ces analogies nous donnent encore la raison d'être de l'apparition brusque de la pellagre ou de la réapparition subite de phénomènes pellagreux qui paraissent depuis longtemps atteints ou complètement guéris.

Dans nos expériences, nous avons eu l'occasion d'observer plus fréquemment les convulsions cloniques, les phénomènes parétiques et narcotiques. Ceux-ci dépendent, en effet, d'un poison narcotique qui se trouve en grande quantité dans le maïs dont l'altération est peu avancée, et dans les extraits alcooliques préparés pendant les saisons froides ou tempérées.

On peut isoler ce poison en traitant par l'eau le maïs qui a déjà donné la teinture ; on obtient alors une troisième substance ayant l'aspect, la couleur, l'odeur et la saveur de l'ergotine. Injectée chez les grenouilles, elle produit de la dyschromie, du narcotisme, de la paralysie des pattes, surtout celles du côté droit. La grenouille peut encore nager, mais elle garde toujours la position horizontale; placée sur une table, elle ne peut se redresser. Survient ensuite une convulsion clonique aux pattes postérieures; les battements du cœur se ralentissent et la mort arrive au bout d'une à quatre heures. La même substance administrée à des chats produit chez eux la rétraction, puis la paralysie, avec convulsions cloniques des pattes et du museau. Ils succombent après une heure ou une heure et demie.

En opérant sur des chiens (4 grammes par kilogr.), en injection hypodermique ou par les voies digestives, on produit la parésie des pattes. L'animal ne peut sauter ; lorsqu'on l'y excite, il se précipite avec le museau en avant ; plus tard, on observe des contractions dans les pattes postérieures. Oblige-

t-on le chien à se tenir debout ; il s'affaisse sur le côté. Il ne peut rester que peu de temps appuyé sur les pattes antérieures; on constate chez lui de la mydriase ; la température s'abaisse jusqu'à 31 degrés ; sa respiration se ralentit notablement.

On a, en somme, des effets analogues à ceux des poisons narcotiques, tels que la nicotine, la cicutine, etc.; ces effets sont en harmonie avec ce que l'on voit dans la pellagre ; ici les phénomènes narcotiques s'observent plus souvent que les phénomènes tétaniques; cela nous explique encore la somnolence, l'hébétude, le dégoût des aliments, les vomissements, le tremblement, la parésie des membres inférieurs, la diarrhée des pellagreux.

Les phénomènes cutanés de la pellagre, les gangrènes fréquentes trouvent leur explication dans les eschares sous-cutanées produites par les deux poisons du maïs qui exercent une action caustique locale.

Ces expériences peuvent trouver leur application pratique dans la thérapeutique des maladies de la peau.

La teinture de maïs employée par moi-même, et, ce qui vaut mieux, par les dermatologistes les plus distingués tels que Gamberini, Scarenzio, Rossi, Generoli, Ferri, Ferrari, Lesi, Tizzoni, Pagano, Coiteaux, P. Ferri, Husemann (1), dans 45 cas de maladie de la peau, fut tout à fait inactive dans 7 (acné, psoriasis, etc.) ; au contraire, sur 13 psoriasis elle donna 6 succès ; elle en donna 13 dans 14 cas d'eczéma et d'acné. L'huile essentielle, moins active, appliquée à l'extérieur, a donné des succès entre les mains de Tizzoni et de Husemann, dans la gale, le pityriasis, les eczémas et les taches cutanées.

M. Husemann a repris dernièrement avec Cortes mes expériences sur les poisons du maïs. De plus, il en a beaucoup étendu les applications au point de vue thérapeutique, toxicologique et pathologique; il s'en est servi pour l'explication du tétanos traumatique, des poisons cadavériques des trop célèbres ptomaïnes avec lesquelles les alcaloïdes isolés dans les maïs moisis par Brugnatelli ont une grande ressemblance (2).

Prophylaxie. — Supprimer ou changer la confection du maïs en pain et la culture des espèces de maïs dites *quarantain* et *soixantain*. Défendre absolument la mouture de ces espèces, plus facilement altérables, surtout dans les pays montagneux. Favoriser, au contraire, les espèces dites *ellittico, aureo* et *pumilio*.

Construire des fours pour dessécher le maïs avec des aires en pierre protégées par une toiture.

Changer le mode d'emmagasinage et se servir de l'appareil Valéry, qui permet de dessécher en six heures un grain assez humide pour avoir augmenté dans la proportion de 16 pour 100 de son poids ; il présente, en outre, l'avantage de le préserver contre les rats et les oiseaux. Le maïs qui est déposé dans cet appareil à l'état humide et qui y est desséché peut être conservé deux ans sans altération.

Traitement de la pellagre. — On dit souvent que la bonne nourriture guérit les pellagreux. La chose est arrivée et elle est facile à comprendre sans qu'il soit nécessaire de recourir à des théories plus ou moins ridicules.

Il suffit de se rappeler cette tendance à l'atrophie de certains organes que nous avons observée superficiellement dans nos expériences, et très distinctement sur le cadavre. Une bonne alimentation est utile contre cet accident, mais elle ne guérit jamais radicalement. Impraticable en dehors des hôpitaux, elle laisse une tendance aux récidives qui se manifestent dès qu'on l'interrompt.

Si les paysans pouvaient se nourrir convenablement, ils le feraient sans avoir besoin des conseils du médecin. Le pire, c'est qu'en entendant toujours répéter que pour guérir il leur faudrait une nourriture qu'ils ne peuvent se procurer, les malheureux cessent toute espèce de traitement. Je ne parle pas des secours qu'ils peuvent trouver dans la charité publique, dans les hôpitaux, secours temporaires et qui souvent leur font défaut.

Il m'a donc paru indispensable de chercher des moyens de traitement plus pratiques et plus économiques. Pour atteindre mon but, j'ai fait une longue série d'expériences, partant toujours de l'idée qu'il n'y a pas des maladies, mais des malades, et que pour établir une bonne thérapeutique il faut chercher les médicaments d'après les symptômes les plus saillants.

J'ai réussi à guérir la pellagre avec panophobie ou stupeur par l'opium; d'autres pellagres accompagnées de prostration des forces, avec le quinquina. Dans la diarrhée pellagreuse, j'ai obtenu la guérison avec le calomel, les lavements de bismuth, l'arnica et les douches froides ; à vrai dire, le plus grand nombre des cas résistait à ces traitements.

J'ai essayé le soufre, le fer; loin d'obtenir des améliorations, j'ai vu parfois la maladie empirer; j'ai eu recours également, sans obtenir d'amélioration, aux eaux sulfureuses de Rubiano, Trescorre, et aux eaux ferrugineuses de Recouro.

Les bains froids amélioraient les symptômes paralytiques et donnaient une sensation de bien-être, mais c'étaient là des effets temporaires.

J'ai alors essayé l'acide arsénieux à doses de 1/4 à 2/3 milligramme par jour, et j'ai obtenu des guérisons dans des cas désespérés. En résumant ces faits au nombre de 44, j'ai pu conclure que ce médicament réussissait chez les pellagreux affligés de sitophobie, de gastralgie, de parésie, de manie, surtout chez les individus vieux, tombés dans le marasme avec le pouls déprimé. Il ne réussissait ni dans la pellagre avec délire systématisé, ni chez les jeunes gens avec arrêt de développement, ni dans le typhus pellagreux.

Dans la pellagre des enfants ou dans celle qu'accompagne un arrêt de développement, j'ai obtenu des succès rapides avec les frictions de chlorure sodique. Sur dix cas traités par cette méthode deux seulement résistèrent. Dans les

(1) Ferrari, *Storia di psoriasi curata colla tintura di maiz guasto.* Milano, 1873. — Tizzoni, *Esperienze sull'olio di maiz guasto.* Milano, 1877. — Husemann, *Ueber einiger Producte des gefaulten Maiz.* 1878, etc. etc.

(2) Cortes, dans ses *Beiträge zur Faulnissgifte* (1818, Gœttingue), montre que l'huile tue le sarcopte en solution à 16°, le styrax et le baume du Pérou à 20 ou 30.

vertiges pellagreux rebelles, j'ai eu des guérisons avec le *Coculus orientalis*.

Bien qu'on ait obtenu souvent ces guérisons chez les malades sitophobes et dans un délai trop court pour pouvoir les expliquer par un changement d'alimentation, et dans des mois comme juillet et mars où l'aggravation est de règle; bien que certains malades aient perdu de leur poids; bien que le professeur Namias de Venise, les docteurs Maupini de Brescia, Cella de Plaisance, Cenarelli de Trévise, Botagisio de Vérone en eussent obtenu d'autres avec ma méthode, je n'étais pas certain pourtant qu'il ne s'agît point de rémissions au lieu de guérisons vraies; peut-être le régime de la clinique avait-il plus contribué au succès que l'acide arsénieux.

Pour répondre à cette objection, je suis allé dans les pays où la pellagre dominait, et je me suis adressé à des médecins des localités : les docteurs Cambieri de Villanterio, Marenghi de Castaguino, Pervua de Pieve-Porto-Morone, en les priant de vouloir bien entreprendre le traitement par l'arsenic et le chlorure de sodium sans changer en rien le régime. Ils ont eu des guérisons dans plus de la moitié des cas, et dans un quart, de remarquables améliorations.

Les guérisons sont au nombre de cent vingt et une. Dans dix, il y avait parésies; onze affections mentales graves héréditaires ont guéri avec l'acide arsénieux en une moyenne de 60 jours; cinq individus affectés de pellagre avec arrêt de développement ont guéri avec le chlorure de sodium dans une moyenne de 46 jours.

Parmi les premières guérisons il y avait des individus dont la maladie datait de 3 jusqu'à 6 années.

Deux seulement guérirent dans les mois d'automne; tous les autres dans le milieu de l'été, mois pendant lesquels la pellagre n'offre jamais d'améliorations spontanées.

Ces cas me semblent suffisants pour prouver qu'on peut traiter les pellagreux sans changer leur régime.

Je ne prétends pas les guérir définitivement tous; je prétends seulement arrêter le cours de la maladie, supprimer les symptômes les plus graves; obtenir, en un mot, ce qu'on obtenait avec l'alimentation, mais l'obtenir avec une méthode plus praticable.

Si l'on demande comment l'acide arsénieux améliore la pellagre, je répondrai qu'en thérapeutique le succès est la meilleure des raisons. Pourtant je pourrais citer l'action excitante que ce poison exerce sur le cœur, la moelle, la peau, son utilité dans les gastralgies nerveuses, cutanées et le marasme, grâce à sa propriété d'arrêter la dénutrition; je citerai surtout, et cela sert aussi pour le chlorure de sodium, son action antiseptique, grâce à laquelle il peut rivaliser avec le quinquina dans le traitement des fièvres intermittentes et dans les pyémies. Qu'y a-t-il d'invraisemblable à ce qu'une maladie produite par le maïs fermenté cède à des agents qui arrêtent le plus énergiquement les fermentations?

Si nous jetons un coup d'œil sur nos recherches cliniques et anatomo-pathologiques, nous trouverons aisément le lien qui les unit et leurs rapports avec les expériences toxicologiques.

Les expériences nous montrent les phénomènes provoqués par l'ingestion du maïs pourri dans l'homme et les animaux tout à fait analogues à ceux qu'on observe chez les pellagreux, et les inspections faites sur les lieux prouvent une large diffusion du poison chez les paysans. La pathologie nous montre des phénomènes qui, par leurs connexions et leurs contradictions même (desquammations, augmentation de chaleur voracité, inappétence, etc.), prouvent une intoxication du système nerveux ganglionnaire en particulier. L'anatomie pathologique fait découvrir des altérations propres aux empoisonnements lents.

Le traitement même confirme cette origine; tout fait donc penser que la pellagre est une intoxication chronique du système nerveux. Une telle opinion non seulement ne s'oppose pas à celles des anciens, mais elle en fait disparaître les contradictions; les uns disaient que c'était une névrose, les autres que c'était une cachexie; pour certains, c'était de l'anémie; pour d'autres, de l'hypérémie.

Cette harmonie complète entre les recherches cliniques et expérimentales et les opinions les plus disparates des observateurs me semble prouver que nous sommes sur le chemin de la vérité.

CESARE LOMBROSO.

REVUE DE ZOOLOGIE

ET D'ANATOMIE (1)

Un assistant de l'Institut physiologique de Leipzig, M. J. Gaule (2), a fait récemment une série d'observations du plus haut intérêt, sur lesquelles il convient de fixer un instant l'attention. En examinant les globules rouges du sang de grenouille défibriné et porté à une température de 30 à 32° centigrades, dans une solution de chlorure de sodium à 0,6 pour 100, on voit apparaître dans la cellule, à côté du noyau, des corpuscules mobiles, allongés et pointus à leurs deux extrémités. Ces corpuscules, que Gaule nomma d'abord « petits vers » (*Würmchen*) et qu'il appelle maintenant cytozoaires (*Cytozoen*), sortent de la cellule qu'ils peuvent traîner un certain temps après eux, accomplissent des mouve-

(1) Nous avons jugé nécessaire de joindre à la *Revue de zoologie et de paléontologie* une *Revue de zoologie et d'anatomie*. En effet, il y a, par suite des matériaux innombrables que les sciences naturelles amassent chaque jour, un dédoublement qui s'opère entre les différentes sections de la zoologie; certains naturalistes s'occupent plutôt de la classification et des caractères spécifiques; d'autres, au contraire, tournent leur attention du côté de la structure des tissus et de la morphologie générale. Les paléontologistes sont évidemment enclins à étudier plutôt les formes spécifiques, tandis que les histologistes s'occupent de la structure des tissus, de l'embryogénie et, en général, des invertébrés inférieurs.

(2) J. Gaule, *Ueber Würmchen, welche aus den Froschblutkörperchen auswandern*, in *Archiv für Physiologie*, p. 57-64, 1880. — *Die Beziehungen der Cytozoen (Würmchen) zu den Zellkernen*, *Ibid.*, p. 297-316, 1881. — *Kerne, Nebenkerne und Cytozoen*, in *Centralblatt f. d. med. Wiss.*, n° 31, 1881.

ments pendant un laps de temps plus ou moins long, puis entrent en repos, meurent et disparaissent. Ce phénomène ne se reproduit point en toute circonstance et avec toutes les grenouilles ; la saison, la localité, la taille et l'état général des animaux dont on examine le sang exercent une influence considérable sur le fait de la production des cytozoaires.

Les cytozoaires ne sont point préformés dans le sang; ce ne sont point davantage des parasites et l'opinion d'Arndt, qui les a pris pour des spirochètes, est assurément inexacte. Il faudrait les considérer comme de simples particules de substance qui se développent dans le corps des cellules.

Dans des organes comme la rate, le foie, la moelle des os, les cytozoaires se développent aux dépens des globules rouges bien plus facilement et bien plus vite que dans le sang lui-même. Dans la rate, l'intervention de la chaleur est inutile et il suffit d'ajouter la solution saline au suc de cet organe pour voir apparaître les cytozoaires; Gaule pense même que les hématies acquièrent seulement dans la rate la faculté de leur donner naissance. Il est, du reste, à noter qu'ils se développent tout aussi bien dans les cellules propres de la rate, dans les cellules hépatiques et dans les cellules de la moelle des os.

L'époque à laquelle les cytozoaires se montrent le plus facilement, et en plus grand nombre, coïncide avec le moment où la grenouille ne prend plus aucun aliment et vit uniquement des réserves qu'elle a faites pendant sa période d'activité ; ce sera, pour les grosses grenouilles, en automne, pour les petites, au printemps.

Si on étend du sang avec une solution de chlorure de sodium à laquelle on a ajouté une goutte de violet de gentiane et qu'après un contact de douze à vingt-quatre heures on fasse cesser l'action de la matière colorante, on voit que le noyau et le cytozoaire se sont seuls colorés. Gaule croit pouvoir en conclure que le cytozoaire n'est qu'une particule de la substance du noyau. Ce résultat est en contradiction avec ce que nous disions un peu plus haut, mais nous rendons compte des recherches de l'auteur dans l'ordre même où il les a faites. Cette dernière opinion sur l'origine des cytozoaires est celle à laquelle il s'est définitivement arrêté.

Dans une dernière série d'études, Gaule se proposait de voir si les cytozoaires n'existaient point aussi dans les tissus des animaux vivants. Pour fixer le plus vite possible les tissus, il eut recours au sublimé corrosif en solution aqueuse concentrée ou à l'acide nitrique à 3 pour 100, après quoi il faisait intervenir les réactifs colorants. Il rencontra fréquemment dans les cellules, à côté des noyaux, des corps qu'il considère comme identiques aux cytozoaires; ils se présentent sous l'aspect de petits « noyaux accessoires » (*Nebenkerne*) et se comportent en face des réactifs colorants comme le noyau lui-même.

Si on dissocie dans l'acide osmique une rate fraîche de grenouille, on ne trouve point de cytozoaires et on ne voit dans chaque cellule que le noyau et le protoplasma granuleux. Mais si on laisse mourir les éléments de la rate et qu'ensuite on provoque, par les moyens énoncés plus haut, l'apparition des cytozoaires, on pourra dès lors les conserver par l'acide osmique.

Gaule tire de tous ces faits la conclusion suivante : dans les préparations de sang et de rate, l'apparition en masse des cytozoaires est sans nul doute le résultat de la mort; une partie de la cellule meurt totalement, l'autre partie devient d'autant plus active, survit à la cellule et devient libre.

Depuis qu'Owen, en 1835, a découvert la trichine, on a confondu avec ce parasite un grand nombre de petits nématodes de dimensions à peu près semblables et qui s'enkystent de la même façon, soit sous le péritoine, soit sous les muscles de divers animaux. M. Mégnin (1) a récemment porté son attention sur ce point et il a montré que certains helminthes, que des observateurs éminents prenaient pour la trichine, appartenaient, en réalité, non seulement à d'autres espèces, mais même à des genres différents.

Chez *Talpa europœa*, on trouve fréquemment, à la surface de l'intestin et de l'estomac, de petits kystes renfermant un ver enroulé comme un serpent. Aubner n'a pas hésité à considérer ce ver comme une trichine ; or, suivant M. Mégnin, ce serait *Spiroptera strumosa* Rud.

Siebold a signalé la présence de la trichine chez le lézard des murailles, dans l'épaisseur de l'estomac, de l'intestin, du péritoine et du tissu cellulaire : on aurait encore affaire, dans ce cas, à un spiroptère, *Sp. abbreviata* Rud.

Un grand nombre d'observateurs ont noté la présence chez le hérisson d'un ver enkysté que tous ont confondu avec la trichine ; ce nématode est, en réalité, *Sp. clausa*.

Dans le tissu musculaire de la grenouille vit un parasite enkysté qui n'est point davantage la trichine, quoi qu'on en ait cru, et qui n'est encore autre chose qu'un spiroptère.

Enfin, MM. Rivolta et Delprato ont décrit récemment des trichines chez les poules des environs de Pise. M. Mégnin pense qu'il y a là encore une erreur de détermination et croit que la trichine ne saurait s'acclimater et vivre sur les oiseaux. Chez un combattant (*Machetes pugnax*), il a rencontré un parasite répondant assez bien à la description de ces deux auteurs italiens et qu'il rapporte au genre *Dispharagus*, distrait par Dujardin du genre *Spiroptera*.

La trichine est donc bien moins répandue qu'on ne l'avait pensé ; elle est remplacée chez la plupart des animaux, aussi bien chez les mammifères que chez les oiseaux, les reptiles et les batraciens par des spiroptères, nématodes qui en sont assez voisins, mais qui ne semblent pas cependant s'acclimater sur l'homme et mettre par conséquent son existence en danger.

M. Nic. Kleinenberg, professeur à l'université de Messine, a étudié le développement du système nerveux central des

(1) P. Mégnin, *Sur de petits helminthes agames enkystés qui peuvent être confondus et qui l'ont été avec la* Trichina spiralis Owen, in *Bull. de la Soc. zoolog. de France*, VI, n° 5, p. 189, 1881, avec 3 planches.

annélides polychètes (1). Il a porté son attention sur une espèce du genre *Lopadorhynchus* et a suivi le développement de la larve jusqu'à sa transformation en animal parfait.

L'organe vibratile de la larve est muni d'un nerf spécial, circulaire, qui, lors du passage à l'état parfait, disparaît en même temps que l'organe vibratile lui-même. Les rudiments des organes ventraux-typiques ne dérivent point de la transformation du nerf circulaire, mais naissent d'autres parties de l'ectoderme. Conséquemment, le système nerveux d'un annélide n'est point l'homologue de celui de sa larve. L'auteur pense que le système nerveux central des larves d'annélides n'est que la reproduction de celui des cœlentérés, par un phénomène phylogénétique qu'explique suffisamment la théorie de la descendance; l'animal adulte possède, au contraire, un type de système nerveux qui lui est particulier.

M. Jousset de Bellesme (2), en observant les limules que renferme l'aquarium du Havre, a pu constater que le telson ou appendice caudal de ces animaux n'est point une arme, ainsi qu'on l'admet généralement. Le seul examen de cet organe suffisait du reste déjà à démontrer ce fait : les petites aiguilles très aiguës qui ornent le telson, au lieu d'être dirigées vers sa base, sont dirigées en sens inverse ; il est clair, d'après cela, que si le telson est une arme, c'est en tout cas une arme fort mal appropriée, la présence des piquants adventifs l'empêchant absolument de pénétrer dans les tissus.

L'auteur a constaté au contraire que le telson sert au plus modeste des usages, celui de retourner l'animal. Lorsqu'une limule est tombée à la renverse, elle fléchit son prothorax et déjà la pointe de l'aiguillon touche le sol. L'aiguillon se porte à son tour en arrière, soulève le corps de la limule de telle sorte qu'elle ne repose plus que sur deux points, l'extrémité de l'aiguillon et le sommet postérieur du prothorax, tout le reste formant comme une arche de pont. Dans cette position. l'équilibre est éminemment instable. Il faut bien peu d'efforts à l'animal pour qu'un des bords de la carapace s'abatte, soit d'un côté, soit de l'autre. Il lui suffit de se balancer en agitant ses pattes et sa plaque branchiale pour obtenir ce résultat. C'est ce qui a lieu. Un des bords latéraux de la carapace vient toucher le sol pendant que l'autre s'élève au zénith. Dès ce moment, l'animal n'a plus qu'à déplacer très légèrement son centre de gravité en avançant les pattes pour s'abattre et se retrouver sur pied dans la situation normale.

Depuis quelques années, les écrevisses des ruisseaux d'Alsace, d'Allemagne et d'Autriche sont en proie à une épidémie mortelle, qui semble avoir débuté en Alsace. M. Harz, de Munich, a fait une étude complète de la maladie (3).

Elle est due à la présence, dans les muscles de l'écrevisse, d'un parasite de l'ordre des trématodes, le *Distoma cirrigerum* Baer. On peut rencontrer jusqu'à 200 individus de cet animal sur une seule écrevisse : il est renfermé dans des kystes à la manière des trichines et l'analogie devient encore plus nette si l'on considère qu'il s'enkyste dans le tissu musculaire. On le trouve le plus souvent dans l'abdomen et dans la nageoire caudale, mais on peut l'observer aussi dans les muscles des pinces et des pattes, dans l'estomac, l'intestin, les organes génitaux.

M. Harz a constaté la présence de ce parasite sur toutes les écrevisses malades qu'il a examinées ; en revanche, il n'a jamais pu déceler sa présence chez les écrevisses en bonne santé. Il faut donc considérer ce distome comme la seule cause du mal. Cette opinion est encore corroborée par ce fait que, chez les écrevisses malades qui lui avaient été envoyées des points les plus divers de l'Allemagne et de l'Autriche, l'auteur a toujours rencontré ce même trématode.

Le *Distoma cirrigerum* ne peut se reproduire qu'après après quitté l'écrevisse et après avoir transmigré dans le corps d'un autre animal, oiseau ou poisson.

Les mesures prophylactiques qui s'imposent, pour mettre désormais les écrevisses à l'abri de cette maladie, sont les suivantes : il faudra écarter avec soin des eaux où l'on cultive l'écrevisse, les poissons que l'on soupçonne d'être habités par le distome. Les œufs de celui-ci, expulsés avec les excréments de son hôte, pourraient être avalés par l'écrevisse, ou bien pourraient se développer et alors les cercaires, venant s'attacher aux parties molles des articulations de l'écrevisse, pourraient se frayer un chemin jusque dans les muscles de celle-ci. Si néanmoins l'on veut nourrir les écrevisses avec des détritus de poisson, il faudra de toute nécessité faire cuire ces détritus. D'autre part, nous avons dit plus haut que le distome en question vivait également en parasite sur certains volatiles ; l'hirondelle est plus spécialement dans ce cas. On devra donc prendre toutes les précautions pour empêcher autant que possible cet oiseau d'approcher de l'endroit où se fait l'élevage.

L'écrevisse contaminée a des allures caractéristiques : elle ne prend plus aucune nourriture et sa carapace se couvre bientôt de taches ; sa marche est raide, embarrassée, et elle se traîne sur la pointe des pattes. De plus, loin de chercher à se cacher dans les recoins les plus sombres, comme à l'état normal, elle se tient de préférence en pleine lumière, au milieu du ruisseau ou du bassin qu'elle habite.

Lorsque la maladie est plus avancée, l'abdomen se tuméfie et prend une coloration rougeâtre spéciale ; les yeux perdent tout à la fois la sensibilité et le mouvement ; les pattes et les pinces sont le siège de contractions spasmodiques intermittentes, irrégulières et parfois unilatérales. A ces sortes de crises tétaniques succède une résolution musculaire complète et invincible, puis l'animal tombe sur le dos et la mort ne tarde pas à survenir, précédée, du reste, d'un cortège varié de phénomènes.

M. Harz a remarqué en outre que la maladie des écrevisses, à laquelle il incline à donner le nom de ***Distomatosis astacina***,

(1) Nic. Kleinenberg, *Sull' origine del sistema nervoso centrale degli annelidi*, in *Atti della r. accad. dei Lincei*, 1881.

(2) Jousset de Bellesme, *Observations sur les fonctions de l'appendice caudal des limules*, in *Ann. des sc. nat., Zool.*, XI, n°s 5 et 6, article n° 7, 1881.

(3) Dr Harz, *Ueber die sogenannte Krebspest, ihre Ursache und Verhütung*, in *Fischerei-Zeitung*. Wien, 1880-1881.

se propage surtout en amont des rivières. L'écrevisse atteinte du fléau n'a aucun goût désagréable; sa chair est même plus grasse et meilleure qu'à l'ordinaire. On peut donc, suivant lui, laisser vendre sur les marchés les écrevisses malades, sans qu'il y ait rien à en redouter pour la santé des consommateurs.

M. Bertkau a étudié la structure et les fonctions du foie des araignées (1). Cette glande, située dans la partie postérieure du corps, est divisée en deux parties par le cœur et l'intestin ; chez la plupart des espèces, elle enveloppe complètement les organes génitaux et les organes producteurs de la soie. Sa structure est folliculaire. Les cellules sont grandes, cylindriques; leur noyau est situé au voisinage de la paroi externe; leur contenu est constitué par des granules arrondis et d'autant plus gros qu'ils sont plus proches de la lumière de la glande. Les divers follicules sont séparés par un tissu conjonctif chargé de cellules graisseuses, au sein duquel passent les canalicules urinifères.

Chez *Atypus* et *Amaurobius,* le liquide sécrété par la glande présente la réaction neutre; il en est de même pour l'infusion de la glande dans l'eau. Chez *Tegeneria,* la réaction est faiblement acide. Le foie desséché de quatre individus adultes de *Tegeneria atrica* est laissé pendant 18 à 24 heures en présence de la fibrine en solution acide (dans 0,075 pour 100 d'acide chlorhydrique), neutre ou alcaline (dans 0,1 pour 100 de soude) : on obtient alors nettement la réaction de la peptone et cette réaction est surtout apparente avec la solution alcaline. D'autre part, l'infusion dans la glycérine de huit foies de la même espèce est mise pendant 22 heures en présence d'une solution de fibrine dans la soude : on obtient une très faible réaction de la peptone. Enfin, l'extrait aqueux de dix foies est laissé pendant 36 heures en présence d'une solution de fibrine dans l'acide chlorhydrique à 0,1 pour 100 : la réaction de la peptone est très caractéristique.

La glande qui, chez les araignées, est connue sous le nom de foie, produit donc au moins deux ferments, un ferment tryptique et un ferment peptique. Bertkau a recherché s'il n'y aurait pas encore un ferment diastatique, mais sans résultat : les expériences de F. Plateau rendent pourtant vraisemblable l'existence de ce dernier ferment.

Nous avons entre les mains les cinq premiers fascicules d'un ouvrage important que publie la librairie J.-B. Baillière (2). Cette œuvre remarquable est due à la plume autorisée de M. Künckel d'Herculais, qui, par ses belles recherches sur les volucelles, s'est mis au premier rang parmi les naturalistes. Ce nouveau livre de M. Künckel, bien que portant le nom de Brehm, n'a en réalité rien à voir avec cet auteur, pas plus que les *Suites à Buffon* n'ont à voir avec Buffon lui-même. Il diffère même totalement de l'édition allemande, publiée il y a quelque dix ans par M. Taschenberg. C'est donc bien véritablement une œuvre originale que M. Künckel présente aujourd'hui au public, et nous devons féliciter sans réserve la maison J.-B. Baillière d'en avoir confié la rédaction à M. Künckel qui, au charme du conteur et aux qualités solides de l'écrivain, joint les connaissances profondes du savant.

L'ouvrage de M. Künckel s'adresse tout à la fois aux naturalistes les plus spécialisés dans l'étude des insectes et aux agriculteurs, aux industriels qui s'adonnent à l'acclimatation et à la domestication des espèces utiles, à la destruction des espèces nuisibles ; l'auteur y raconte les mœurs des insectes les plus remarquables de nos pays, il dit leurs merveilleuses industries, leurs curieuses métamorphoses, en un langage savant, mais clair, et par là même accessible aux personnes les plus étrangères à la science. Ce livre s'adresse donc encore à ceux que l'on est convenu d'appeler « les gens du monde ». Enfin, il ne sera point déplacé non plus entre les mains des enfants, malgré ses dehors savants, car, à côté de détails peut-être un peu techniques, il renferme des pages d'une lecture attrayante, bien faites pour éveiller l'imagination.

Un grand nombre de gravures intercalées dans le texte ou tirées hors texte viennent encore ajouter au charme de cette belle publication. Ces gravures sont signées A.-L. Clément et Mesplès : c'est dire leur valeur artistique, en même temps que leur rigoureuse exactitude scientifique.

Le livre débute par une longue *Introduction* qui comprend tout le premier fascicule et dans laquelle l'auteur expose avec une méthode et une clarté parfaites l'organisation générale des insectes. Un grand nombre des figures anatomiques sont extraites du bel ouvrage que M. Künckel a consacré à l'étude de l'organisation et du développement des volucelles. Dans cette première partie nous signalerons d'une façon toute spéciale à l'attention du lecteur les chapitres relatifs aux métamorphoses des insectes, à leur distribution géographique et à leur histoire aux différentes époques géologiques. On y trouvera encore d'utiles renseignements sur la récolte et la conservation des insectes, sur les précautions à prendre pour les bien préparer.

L'auteur expose ensuite d'une façon succincte les bases de la classification des insectes, puis il aborde l'histoire des coléoptères. Pour éviter de tomber dans une confusion inextricable, il les passe en revue et les décrit en suivant l'ordre méthodique adopté par les naturalistes. L'histoire des hydrophiles, des claviger, des silphes, des lucanes, des hannetons, des charançons, se recommande particulièrement à l'attention du lecteur. Les remarquables observations de M. J.-H. Fabre sur les mœurs du scarabée sacré sont également rapportées tout au long. Enfin, le chapitre relatif aux cantharides, rédigé d'après les recherches les plus récentes de Riley et de M. Lichtenstein, mérite encore une mention toute spéciale.

Nous croyons le livre de M. Künckel destiné à un grand succès et nous sommes heureux de pouvoir le signaler ici.

(1) Bertkau, *Vorläufige Mittheilung über den Bau und die Function der sog. Leber bei den Spinnen*, in *Zoologischer Anzeiger*, IV, p. 543, 1881.

(2) A.-E. Brehm, *Merveilles de la nature. Les insectes.* Édition française par J. Künckel d'Herculais.

Déjà en 1856, Ch. Lespès (1) avait noté que dans le tube digestif des termites vivent en parasites une quantité vraiment prodigieuse d'infusoires. M. Joseph Leidy vient de se livrer de son côté à une intéressante étude des parasites qui vivent dans l'intestin des espèces américaines de termites (2). Il a pu constater que ces parasites n'étaient point quelconques, mais que chaque espèce de termite avait ses hôtes particuliers. On les rencontre plus spécialement dans l'intestin grêle, et ils y sont si nombreux et leurs formes sont si variées qu'il est de toute nécessité de les délayer dans un liquide pour pouvoir les observer. Quand on songe qu'un seul termite doit non seulement se nourrir lui-même, mais nourrir encore les myriades d'animalcules qui vivent à ses dépens, on n'est plus surpris que cet insecte soit si nuisible à l'homme et qu'il lui faille détruire sans cesse tout ce qui se trouve à sa portée, pour ingérer des aliments toujours insuffisants !

L'espèce étudiée par Leidy est le *Termes flavipes,* abondant dans les forêts sableuses et dans les champs de New-Jersey. Ses parasites sont aussi bien animaux que végétaux.

Les protozoaires sont représentés par un certain nombre de formes : le *Trichonympha agilis,* intermédiaire aux grégarines et aux infusoires ; — le *Pyrsonympha vertens,* constamment associé au précédent et toujours beaucoup plus abondant ; cet animal semble être un infusoire cilié, mais certains individus, peut-être à des époques déterminées de la vie, sont dépourvus de cils ; — le *Dinenympha gracilis,* infusoire cilié voisin des Opalines ; — le *Gregarina termitis.*

Ch. Lespès a vu qu'un nématode, *Isacis migrans,* se rencontrait aussi dans l'intestin du termite de France, mais seulement à l'état larvaire ; l'animal adulte se trouvait dans la terre du nid du termite. Il est intéressant de constater que Leidy a découvert la larve de cette même espèce dans l'intestin du termite d'Amérique. Quant à l'adulte, Leidy n'a point recherché s'il vivait aussi dans la terre du nid, mais il l'a trouvée vivant en parasite sur la tête du termite.

Un acarien du genre gamase vit du reste encore sur le termite d'Amérique. Les parasites végétaux que contient l'intestin grêle de ce même animal sont : le *Vibrio termitis;* l'*Arthromitus cristatus,* une algue filamenteuse.

MM. Axel Key et Gustaf Retzius, professeur au *Carolinska Institutet* de Stockholm, ont publié en commun, il y a deux ou trois ans, et grâce à la libéralité d'un riche Suédois, deux volumes du plus haut intérêt (3). M. Retzius publie aujourd'hui, avec le même luxe typographique et la même richesse en illustrations, la suite de ses travaux (4). Le volume qu'il vient d'achever a trait à l'organe auditif des poissons et des batraciens : ce n'est que le commencement d'une série de recherches qui devront porter sur ce même organe chez tous les ordres ou sous-ordres de vertébrés.

Malheureusement, l'espace nous manque ici pour nous arrêter, comme elle le mériterait, sur cette importante publication ; nous ne pouvons guère que la signaler au passage, en indiquant toutefois que l'auteur insiste également sur la morphologie et sur la structure de l'oreille des animaux qu'il étudie. L'histologiste et celui qui s'occupe d'anatomie comparée pourront donc l'un et l'autre puiser d'utiles enseignements dans ce magnifique ouvrage.

Indiquons pourtant à quels animaux l'auteur s'est adressé : cette énumération rapide sera suffisante pour donner une bonne idée du plan de l'ouvrage, surtout quand nous aurons dit que la description tant morphologique que histologique de l'organe auditif considéré dans chaque sous-ordre ou dans chaque famille est précédée d'un chapitre résumant l'historique et l'état actuel de chaque question.

Suivant l'ordre zoologique, M. Retzius débute par l'étude de l'oreille chez les poissons cyclostomes (2 types), *Myxine glutinosa* et *Petromyzon fluviatilis;* puis viennent les ganoïdes (3 types) et les téléostiens (15 types d'acanthoptérygiens, 3 types de pharyngognathes, 3 types d'anacanthiniens, 8 types de physostomes, 2 types de plectognathes et 2 types de lophobranches). Les élasmobranches viennent ensuite : les holocéphales sont représentés par 1 type, les squales par 3 et les raies par 4 ; enfin, 2 types de dipnoïques ont été étudiés. Quant aux batraciens, les urodèles sont représentés par 10 espèces, et les anoures par 5.

On le voit, il n'était guère possible de passer en revue un plus grand nombre d'animaux, et le travail de M. Retzius sera certainement considéré comme complet, si l'on songe que l'auteur a eu soin, à côté des formes typiques, de chercher à grouper les formes les plus aberrantes.

En dehors du haut intérêt scientifique que présente cet ouvrage et que nous avons cherché à faire pressentir, il importe de s'arrêter encore un instant sur sa remarquable exécution typographique. Il n'est point en effet, jusqu'à présent, d'ouvrages d'anatomie qui aient été édités avec un luxe semblable : le bel ouvrage de Bourgery et Jacob se trouve à cet égard considérablement distancé.

Le dernier fascicule des *Annales des sciences naturelles, zoologie,* comprend une petite note qui résume les vues de M. Bocourt relativement à la classification naturelle des scincoïdiens (1).

« Ces sauriens, y est-il dit, se distinguent des autres reptiles par l'existence de plaques ostéodermiques très différentes des écailles épidermiques dont le corps de ces animaux est ordinairement revêtu, et M. Émile Blanchard (2) a découvert

(1) Ch. Lespès, *Mémoire sur l'organisation du* Termes lucifugum *de France,* in *Ann. des sc. nat.,* V, 1856.

(2) J. Leidy, *The Parasites of the Termites,* in *Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia,* 2e sér., VIII, 4e part., 1881.

(3) A. Key et G. Retzius, *Studien über das Nervensystem und das Bindegewebe,* 2 vol. in-fol.

(4) G. Retzius, *Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Morphologisch-histologische Studien. — I. Das Gehörorgan des Fische und Amphibien.* In-fol., 222 p., 35 pl. Stockholm, 1881.

(1) Bocourt, *Observations sur la famille des scincoïdiens,* in *Ann. sc. nat.,* XI, nos 5 et 6, article no 9, 1881.

(2) Il s'agit ici de M. Émile Blanchard, membre de l'Institut et professeur au Muséum.

dans l'épaisseur de ces plaques un système de canaux aérifères fort remarquable ; or M. Bocourt, ayant étudié ces canaux chez un grand nombre d'espèces de la famille des scincoïdiens, a reconnu que leur disposition varie beaucoup de genre à genre, et qu'on pouvait en tirer d'excellents caractères pour la distinction des subdivisions naturelles à établir dans ce groupe. »

Il est vraiment surprenant de voir semblable opinion trouver encore des défenseurs. Il est aujourd'hui reconnu et admis par tout le monde que les canaux prétendus aérifères, décrits par MM. É. Blanchard et Bocourt, ne sont autre chose que des canaux de Havers, renfermant des nerfs et des vaisseaux sanguins ; on les trouve bien, dans certains cas, remplis d'air, mais seulement lorsqu'on examine les écailles ostéodermiques de scincoïdiens desséchés, après que les nerfs, les vaisseaux et le tissu conjonctif qui remplissaient le canal de Havers se sont complètement détruits.

Nous trouvons du reste, dans un travail de M. Raphaël Blanchard (1), le passage suivant qui indique bien quelle signification il faut attribuer à ces prétendus canaux aérifères : « Leydig (2) a démontré que les canaux dont sont creusées les lames osseuses de la peau de l'orvêt n'ont aucune relation avec l'air extérieur, mais renferment au contraire un gros vaisseau sanguin entouré d'une quantité assez notable de tissu conjonctif. Depuis, M. Lataste (3) en a donné une démonstration directe en injectant par le cœur l'appareil circulatoire de l'orvêt; il a vu alors la matière colorante de l'injection venir remplir tous les canalicules de Havers des plaques osseuses renfermées dans la peau. »

Voilà qui est net et qui est loin de confirmer l'opinion de MM. É. Blanchard et Bocourt.

Autre point : M. Bocourt pense que les diverses dispositions affectées par les plaques ostéodermiques des scincoïdiens peuvent fournir d'excellents caractères pour la classification de ces animaux. Tel est aussi l'avis de M. Raphaël Blanchard, qui, avant que M. Bocourt eût émis cette même idée, écrivait ce qui suit :

« Ces écailles osseuses présentent, dans leur forme et leur structure, des différences notables suivant les animaux chez lesquels on les examine. Elles ont été beaucoup moins étudiées que les écailles des poissons, mais il est vraisemblable que leur étude conduirait à des résultats analogues à ceux qu'ont obtenus Baudelot et Carlet chez les poissons et fort importants pour la systématique. »

(1) R. Blanchard, *Recherches sur la structure de la peau des lézards*, in *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. V, 1880, p. 8.

(2) Fr. Leydig, *Ueber Organe eines sechsten Sinnes*, in *Nova acta Acad. Leop. Car. Germ. nat. cur.*, XXXIV, 1868.

(3) F. Lataste, *Note sur les canaux prétendus aérifères qui se voient dans les écailles ossifiées des scincoïdiens*, in *Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 13 mai 1876.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 16 JANVIER 1882.

Chimie. — MM. *Berthelot* et *Vieille* présentent la première série de leurs expériences sur la propagation des phénomènes explosifs dans les gaz.

Ces expériences ont porté : 1° sur la disposition du tube ; 2° sur sa matière ; 3° sur son caractère ouvert ou fermé ; 4° sur sa longueur ; 5° sur la pression initiale du mélange gazeux ; 6° sur la composition de ce mélange, qu'ils ont fait varier, tantôt en y introduisant un gaz inerte, tantôt en modifiant la nature du gaz combustible.

Ils ont opéré d'abord avec un tube de plomb, rectiligne et horizontal, long de $42^m,45$, d'un diamètre intérieur égal à $0^m,005$. On le remplit avec un mélange électrolytique d'hydrogène et d'oxygène, sous la pression atmosphérique. Après chaque expérience, on dessèche le tube, en y faisant circuler, pendant plusieurs heures, à l'aide d'une trompe, un courant d'air sec.

L'écart moyen d'une expérience s'élève à 79 mètres ; l'écart maximum à + 190 mètres et à — 186 mètres, ce qui répond à des intervalles de temps de $\pm$ 0'',00095, soit près de 1/1000 de seconde au maximum, l'erreur moyenne étant moitié plus petite. La longueur moyenne mesurée sur la tige des chronographes est égale à $0^m,0448$, chiffre qui donne une idée plus exacte du degré d'exactitude que comporte ce genre de mesures. Avec le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, cette longueur s'est élevée à $0^m,107$. L'erreur moyenne de nos essais est dix fois aussi considérable que celle que comporte le chronographe ; elle résulte, non de l'instrument lui-même, mais des retards inégaux qui se produisent dans le procédé d'interruption employé.

Des expériences faites avec un système de tubes de verre longs de $43^m,34$, mais dont le diamètre intérieur moyen était de $0^m,0015$ seulement, ont donné un résultat atteignant comme vitesse par seconde : 2403 mètres et 2279 ; moyenne, 2341. Les expériences faites dans le verre permettent de voir la propagation de la flamme. En opérant dans l'obscurité, on aperçoit toute la longueur du tube s'illuminer au même moment, sans que l'œil puisse percevoir la progression de la flamme.

On peut se demander si la vitesse de propagation de la détonation est la même dans un tube ouvert et dans un tube fermé. Ce dernier seul réalise les conditions rigoureuses d'une combustion à volume constant. C'est pourquoi les auteurs ont opéré aussi (toujours avec le tube de caoutchouc), tantôt en laissant ouvert l'orifice le plus éloigné du point d'inflammation, tantôt l'orifice voisin, tantôt les deux à la fois.

La propagation de la détonation est si rapide, que pendant sa durée les gaz ne sont pas projetés et n'ont pas le temps de s'écouler au dehors d'une manière appréciable, au moins dans des tubes étroits : ce qui s'explique, la détonation marchant plus vite que le son ne le fait dans les mêmes gaz, pris à la température ordinaire. La condensation de la vapeur d'eau qui se fait en arrière de la flamme joue également un rôle peu important, parce qu'elle n'a pas le temps de s'effectuer d'une façon appréciable.

Ainsi, dans les limites des essais, la vitesse de propagation de la détonation, soit avec le mélange d'hydrogène et

d'oxygène, soit avec le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, est sensiblement indépendante de la pression; de même que la vitesse du son et la vitesse de translation des molécules gazeuses, qui sont des phénomènes analogues.

L'introduction d'un gaz inerte ralentit la détonation, comme on devait s'y attendre.

— M. *A. Haller* étudie l'essence de sarriette. Dans l'espoir d'y rencontrer un camphre, l'auteur a soumis cette essence à la distillation fractionnée; il a constaté qu'elle ne renferme pas trace de ce corps, mais qu'elle est composée d'un mélange d'hydrocarbures et de phénols.

Cette essence est un liquide d'un jaune orange, pas très fluide, d'une odeur aromatique rappelant celle de l'essence d'origan. Elle a pour densité 0,7394 à 17°. Son pouvoir rotatoire, pour une longueur de 200 millimètres, est de $\alpha_D = -6°,5$ à la température de 17°.

L'essence de sarriette renferme de 35 à 40 pour 100 de carvacrol.

Indépendamment de ce phénol, elle paraît encore en contenir un autre qui distille au-dessus de 235°. La petite quantité d'essence dont on pouvait disposer n'a pas permis d'obtenir ce second phénol en quantité suffisante pour en faire l'étude.

Quant aux carbures que cette essence renferme, ils distillent l'un à 172°-175°, et l'autre à 180°-185°, et paraissent être des terpènes.

— M. *G. Rousseau* a découvert un alcool diatomique dérivé du β-naphtol.

Ce corps fond vers 230°, en se décomposant. Il est peu soluble dans la benzine, le sulfure de carbone et l'acide acétique; un peu plus soluble dans l'éther et l'essence de pétrole. Quoi qu'il en soit, le caractère diatomique de l'alcool obtenu ressort nettement de l'étude des éthers.

Pour obtenir le dérivé diacétylé, on fait bouillir l'alcool pendant une heure, au réfrigérant à reflux, avec huit ou dix fois son poids d'acide acétique anhydre. Peu soluble dans l'alcool, très soluble dans la benzine, il cristallise en fines aiguilles soyeuses, semblables à la tyrosine, fusibles à 192°,5.

Le mode de formation de cet anhydride, rapproché de l'action du brome permet, dès à présent, de ranger le nouvel alcool à côté des pseudo-glycols, et notamment des pinacones.

— M. A. *Ladureau* s'occupe de l'emploi de l'acide phosphorique dans les terres arables du nord de la France.

A Houplin (Nord), l'analyse du sol ayant démontré qu'il renfermait, en proportions très convenables, tous les éléments de fertilité, sauf l'acide phosphorique, qui avait complètement disparu de la couche supérieure, jusqu'à 0^m,35 de profondeur.

L'auteur a conseillé d'employer immédiatement, sur toute sa culture, des quantités élevées de phosphates de chaux solubles et insolubles; depuis lors, le rendement en blé devient satisfaisant, et les moissons échappent généralement à la verse qui les atteignait chaque année.

Physique. — M. *J.-B. Baille* a fait des expériences sur l'influence de la forme des surfaces polaires sur le potentiel explosif qui l'ont conduit aux résultats suivants.

Pour une longueur explosive donnée, le potentiel est maximum, lorsque l'étincelle jaillit entre deux sphères de même diamètre.

Il s'éloigne d'autant plus du maximum que la différence des courbures des pôles est plus grande, et que le potentiel est plus élevé.

Il n'y a aucune différence bien nette entre les potentiels correspondant à la même distance explosive, selon que la sphère électrisée est la plus grande ou la plus petite.

Lorsque l'étincelle jaillit entre deux sphères égales, on peut trouver pour chaque longueur explosive un diamètre tel que le potentiel soit maximum; et ce diamètre de la sphère excitatrice, correspondant au maximum, est d'autant plus petit que l'étincelle est plus courte.

Botanique. — MM. *E. Fremy* et *Urbain* font des études chimiques sur le squelette des végétaux et s'occupent particulièrement de la vasculose.

La dureté des tissus ligneux avait été attribuée jusqu'à présent à des corps indéterminés, désignés sous le nom de *substances incrustantes*. Elle est due principalement à la présence d'une matière bien définie, qui est la vasculose, que l'on peut considérer comme une des plus intéressantes de la chimie organique.

La vasculose peut être retirée facilement des différents tissus; mais, pour l'obtenir à l'état de pureté, il faut employer de préférence la moelle de sureau.

L'alcool méthylique est particulièrement engendré par la vasculose. En distillant une faible quantité de vasculose, 100° environ, on obtient assez d'esprit de bois pour produire nettement, avec de l'acide oxalique, l'oxalate de méthylène cristallisé. C'est également la vasculose qui, dans la distillation du bois, forme la plus grande partie de l'acide acétique.

La résistance que la vasculose oppose à l'action des réactifs les plus énergiques nous fait penser que cette substance est destinée à souder, à recouvrir, à protéger les cellules et les fibres.

La vasculose présente surtout de l'intérêt au point de vue de l'utilisation des fibres végétales. Il a été constaté, en effet, qu'un grand nombre de fibres corticales, telles que celles du chanvre, du lin, de la ramie, etc., sont associées à une couche de vasculose dont l'épaisseur, qui est variable, exerce de l'influence sur les phénomènes du rouissage, du blanchiment et aussi sur l'affinité plus ou moins grande de ces fibres pour les matières colorantes.

En enlevant la vasculose par l'action de réactifs convenablement choisis, on ne détruit pas la solidité des fibres, et on leur donne des propriétés nouvelles.

Géologie. — M. H. *Filhol* fait part de la découverte de quelques nouveaux genres de mammifères fossiles, dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy.

La première de ces formes animales appartenait au groupe des Moschidés, et elle doit être placée à côté des *Gelocus*. Sa formule dentaire inférieure était : inc. : 3; can. : 1; prém. : 3; mol. : 3. Elle était caractérisée par ses prémolaires inférieures comprimées, à bord postérieur parcouru dans toute son étendue par un sillon profond. Cette disposition s'observe sur la dernière prémolaire des *Gelocus*, mais elle ne se retrouve pas sur les dents précédentes. Les incisives inférieures étaient petites, alors que la canine qui leur faisait immédiatement suite était assez forte. En arrière de cette dent, l'on observe une barre remarquable par sa très grande étendue. L'auteur désigne le genre nouveau de Mos-

chidé, découvert dans les gisements de phosphorite de Bach, sous le nom de *Bachitherium*.

Le second genre de mammifères est seulement connu par une portion de maxillaire supérieur portant toutes les molaires et les deux dernières prémolaires. Il était plus voisin des *Cainotherium* que de tout autre genre de Pachydermes fossiles. La première et la deuxième molaire étaient à cinq pointes, deux antérieures, trois postérieures. La dernière molaire, très réduite dans sa portion postérieure, ne supportait que quatre pointes, deux antérieures, deux postérieures. La pointe interne du deuxième lobe de la deuxième et de la première molaire était très détachée et se projetait en dedans, en constituant une sorte de promontoire. Les quatrième et la troisième prémolaires rappellent assez les dents correspondantes des *Cainotherium*, seulement leur face externe est plane. En avant de la troisième prémolaire existait une barre. L'espace occupé par ces cinq dents est de $0^{m},0185$. Ce genre nouveau de Pachyderme, trouvé dans les dépôts de phosphorite de Mouillac, peut se désigner par le nom de *Mouillacitherium*.

— M. *Metchnikoff* envoie des contributions à la connaissance géologique du Japon.

Au centre de l'île principale, on signale également un massif de roches volcaniques, dont la limite occidentale peut être fixée aux mines d'argent d'Ikouno, tandis qu'à l'est il est bordé de roches paléozoïques qui vont se confondre avec les alluvions de la vaste plaine de Simosa-Mouzasi. Au sud du lac Biva, ce grand massif nous présente la considérable élévation du mont *Oho-miné*, appelé aussi *Yama-ouyé-ga-také* (près de 1800 mètres), dont E. Knipping a fait l'ascension, et où il n'a trouvé aucune trace de roches volcaniques. Ce sommet semble représenter le point culminant des roches cristallines au Japon. Le mont *Kinban-san*, au nord de Yédo, qui se rattache à ce même massif et qui produit les plus célèbres *soui-sio* (cristaux de roches, topazes, etc.) de l'empire, est inférieur de quelques cents mètres à l'*Oho-miné*. Les trois montagnes du Japon qui atteignent ou qui dépassent l'altitude de 3000 mètres : le *Fouzi-san*, le *Yari-ga-také* et le *Mi-také* ou l'*Ou-také*, sont des volcans reposant sur des assises de granites et de roches métamorphiques. On peut en dire autant du *Siro-yama* ou du mont Blanc japonais, volcan éteint depuis quatre siècles, et qui porte aujourd'hui sur son double sommet les uniques glaciers du Naïtsi ou de la grande île du Japon. Les cônes volcaniques sont nombreux, surtout dans les parties nord et est de ce massif, et tous n'ont pas encore épuisé leur activité éruptive.

Anatomie. — M. R. *Kœhler* continue ses recherches anatomiques sur le *Spatangus purpureus*.

La bandelette nerveuse, qui entoure l'ouverture buccale et qui se continue dans les zones ambulacraires, est parfaitement distincte des vaisseaux sanguins qui lui sont accolés; elle n'est pas entourée par le vaisseau le plus externe, comme l'avait annoncé Teuscher dans son mémoire sur les *Echinodermes*.

Les rapports et la structure du cœur doivent le faire considérer comme un organe d'excrétion ; comme disposition générale, il offre quelque analogie avec un ganglion lymphatique. L'organe est divisé, en effet, par des travées qui limitent, en s'entrecroisant, des vacuoles, des loges, contenant des éléments cellulaires de forme et d'apparence diverses, mais pouvant se ramener à deux types ; ce sont, ou bien des cellules régulières, à contours nets et à protoplasma assez réfringent, ou bien des cellules à protoplasma clair, peu abondant, à noyau granuleux, à contours très irréguliers et peu accentués ; on trouve souvent deux ou trois noyaux enveloppés dans la même masse protoplasmique. Il existe, de plus, d'assez nombreuses granulations de pigment brun ou jaune. On trouve, entre autres, des amas de petits noyaux de pigment jaune dont la réunion donne un corpuscule d'aspect framboisé, et cette disposition est assez fréquente. Les mêmes formes se retrouvent dans le liquide de la cavité générale.

Physiologie. — M. *L. Frédéricq* présente une deuxième note sur la discordance entre les variations respiratoires de la pression intracarotidienne et intrathoracique.

Les facteurs qui font varier la pression artérielle pendant la première phase d'un mouvement respiratoire, pendant l'inspiration, peuvent se classer de la façon suivante :

Facteurs qui font baisser la pression pendant l'inspiration, facteurs négatifs. — A, action mécanique de l'aspiration thoracique; B, période de Traube-Hering (portion descendante).

Facteur qui fait d'abord baisser, puis monter la pression quand l'inspiration est de longue durée, qui la fait baisser quand elle est brève. Facteur $\pm$. — C, changements dans la circulation thoracique, aspiration du sang veineux et perméabilité plus grande des vaisseaux pulmonaires. (Héger, de Jager.)

Facteurs qui font monter la pression pendant l'inspiration, positifs. — D, compression de l'aorte abdominale et des viscères abdominaux par l'abaissement du diaphragme; F, accélération des pulsations cardiaques pendant l'inspiration.

— M. *J.-D. Tholozan* envoie ses notes sur deux petites épidémies de peste dans le Khorassan. La première de ces maladies, qui éclata en décembre 1877, reçut le nom de douleur de poitrine avec bubon. Depuis la fin de décembre 1877, date de l'extinction de cette épidémie, jusqu'à ce jour, on n'a observé à Djouloumbaran aucun cas suspect.

Le second fait dont s'occupe l'auteur est une maladie très grave, à localisation pulmonaire, où la mort arrivait en vingt-quatre ou quarante-huit heures.

Le premier village atteint, Boudagabad, avait perdu en mai 1881 plus de la moitié de ses habitants ; le second village, Kélaté-Arab, avait perdu 112 habitants sur 1000, et on y comptait seulement sept cas de guérison.

La maladie fut transportée de là à Kélaté-Arab le 25 avril, par le médecin qui avait été soigner les malades; il était retourné chez lui déjà atteint par la contagion et il mourut après quarante-huit heures d'une maladie qui présenta tous les symptômes de celle de Boudagabad. Trois jours après la mort du médecin, son neveu, son frère et sa sœur tombèrent malades et moururent aussi après deux jours de maladie. Le 5 mai, l'épidémie régnait déjà avec intensité à Kélaté-Arab ; le 10 seulement, les bubons axillaires et inguinaux parurent sur presque tous les malades; à la fin de l'épidémie, le 25 juin, on compta 240 décès sur 1000 habitants.

Anthropologie. — M. *L. Manouvrier* cherche à interpréter le poids de l'encéphale et à définir ses applications.

On a reconnu que, en général, les grandes espèces l'emportent sur les petites par le poids absolu de l'encéphale, tandis que les petites l'emportent sur les grandes par le poids relatif. On a constaté aussi que le poids du cerveau diminue

relativement à la taille depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte. Enfin, l'auteur a pu constater, en 1878, et Bischoff a également montré que, dans l'espèce humaine, le poids relatif de l'encéphale augmente en raison inverse, tandis que le poids absolu croît en raison directe de la masse du corps. On peut donc poser en fait général que *l'accroissement de la masse du corps est une cause d'accroissement du poids cérébral absolu et de diminution du poids cérébral relatif.* C'est cette cause qu'il s'agit d'expliquer.

L'interprétation du poids de l'encéphale, d'après l'auteur, *permet de rattacher la forme du cerveau au poids et au volume, et montre qu'en réalité les questions de quantité dominent les questions de forme,* à la condition que la quantité soit analysée. En outre, les questions de quantité présentent l'immense avantage d'être accessibles à l'analyse mathématique et à l'expression numérique.

Les quantités m *et* i *sont elles-mêmes très complexes,* mais leur évaluation en bloc et la connaissance de leurs rapports numériques, soit entre elles, soit avec M, facilite beaucoup leur analyse, la recherche de leur nature, de leur rôle et de leur siège, c'est-à-dire l'*analyse anatomique et physiologique de l'encéphale.*

MATHÉMATIQUES. — M. *G. Darboux :* Sur la représentation sphérique des surfaces.

— M. *P. Pepin :* Nouveaux théorèmes sur l'équation indéterminée $ax^4 + by^4 = z^2$.

— M. *H. Poincaré :* Sur une extension de la notion arithmétique de genre.

— M. *J. Boussinesq :* Sur les ondes que fait naître, dans l'eau en repos d'un canal, l'émersion d'un cylindre solide, plongé en travers dans ce canal.

— M. *de Saint-Venant* étudie le mode de publication le plus favorable au progrès des études scientifiques ; il déplore les conditions dans lesquelles les publications mathématiques sont exécutées en France et la mauvaise qualité du papier ; il engage les éditeurs français à imiter leurs collègues anglais, allemands et italiens qui offrent des éditions dont le papier peut supporter l'écriture à la plume. Il conclut en conseillant l'usage du papier collé pour toute publication scientifique.

— M. *G.-A. Hirn,* en adressant à l'Académie les *Réfutations des critiques de M. G. Zeuner* qu'il vient de publier, avec M. *Hallauer,* dans les *Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse,* accompagne cet envoi de quelques remarques.

Tout récemment, M. G. Zeuner, directeur de l'École polytechnique de Dresde, a publié une critique développée, dans laquelle il s'efforce de démontrer que les *chercheurs alsaciens* ont faussement attribué à l'action des parois métalliques des cylindres une action qui dérive, du moins en très grande partie, de la présence d'un provision d'eau en permanence dans les espaces perdus. C'est à cette critique que l'auteur répond.

CHRONIQUE

NÉCROLOGIE. — On nous apprend de Sousse la mort de M. le docteur Leprieur, fils de M. Leprieur, ancien pharmacien principal de l'armée et président actuel de la Société entomologique de France.

Né à Lille en 1848, Charles-Marie-Pierre-René Leprieur sortait du Val-de-Grâce en 1873, pour être attaché aux hôpitaux militaires de l'Algérie en qualité de médecin aide-major de deuxième classe. Rappelé en France en 1875, il était envoyé à Arras au 3e régiment du génie comme aide-major de première classe. Il quittait ce poste en 1880 pour passer à Limoges au 17e chasseurs à cheval avec le grade de major de deuxième classe. Il y a quelques mois, il était dirigé sur la Tunisie et chargé, après la prise de Kaïrouan, du service des typhoïques centralisés dans cette place. C'est là qu'il fut atteint de la fièvre typhoïde qui l'a enlevé le 28 décembre.

De 1875 à 1880, le docteur Leprieur avait été nommé au concours chef des travaux anatomiques, puis professeur suppléant et professeur titulaire d'anatomie à l'École de médecine d'Arras.

La médecine militaire perd en lui un de ses jeunes membres les plus sympathiques et les plus distingués.

— QUATRIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL D'HYGIÈNE. — Le troisième congrès international d'hygiène, réuni à Turin en 1880, a désigné par acclamation la ville de Genève pour siège du quatrième congrès.

Le haut Conseil fédéral suisse, les autorités et la population de Genève ont accepté avec empressement cette décision honorable pour leur patrie et se préparent à faire le meilleur accueil aux hygiénistes étrangers et nationaux qui viendront assister à cette réunion scientifique.

Le congrès se réunira du 4 au 9 septembre 1882.

Le comité genevois, chargé de son organisation par le Conseil d'État, aspire à le rendre digne des précédents congrès de Bruxelles, Paris et Turin.

Appuyé sur le comité national suisse, il fait appel à toutes les personnes qui, par leurs travaux, leur situation ou leur compétence spéciale, concourent à établir ou à appliquer les règles de l'hygiène.

Il a décidé, d'accord avec la commission internationale issue du congrès de démographie de Paris en 1878, qu'une *section de démographie* sera adjointe au congrès d'hygiène.

Que les hygiénistes et les démographes de tous pays se préparent donc à apporter au congrès de Genève le concours de leurs lumières et leur part de travail.

Ils peuvent dès maintenant se faire inscrire comme membres et recevoir les publications du congrès (voir l'article 3 du règlement).

Ils sont invités, de même que les sociétés scientifiques et les corps sanitaires, à soumettre le plus tôt possible au comité d'organisation les questions qu'ils croiraient utile de traiter dans cette réunion internationale.

Plusieurs travaux sont déjà annoncés, et quand la liste en sera complète, le comité les fera connaître en attirant spécialement l'attention sur les questions qui lui paraîtront présenter l'intérêt le plus actuel.

Une *exposition* de publications, de plans, dessins et objets de toute nature se rapportant à l'hygiène ou à la démographie sera ouverte à Genève du 1er au 30 septembre. Les auteurs, les inventeurs et les fabricants de toute nationalité sont invités à faire connaître au plus tôt leur intention d'y prendre part.

Le comité s'efforcera d'obtenir une réduction du prix de transport sur les lignes de chemin de fer pour les membres du congrès et pour les objets destinés à l'exposition.

Toutes les communications relatives au congrès doivent être adressées à M. le docteur professeur Dunant, secrétaire général, à Genève.

— SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — Le renouvellement du bureau a eu lieu, d'après les statuts, dans la séance du 6 janvier 1882. Le bureau se trouve ainsi composé : MM. Gernez, président ; Janssen, vice-président ; Joubert, secrétaire général ; René Benoît, secrétaire ; Pellat, vice-secrétaire ; Niaudet, archiviste-trésorier.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [2107]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 5 4 FÉVRIER 1882

PHYSIQUE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. MASCART

Deux leçons préliminaires d'électricité (1).

Électrisation par frottement. — Le premier phénomène électrique qui ait frappé l'œil de l'observateur est l'attraction des corps légers, tels que de petits morceaux de papier, des barbes de plumes, etc. ; un bâton de résine, ou de cire d'Espagne tenu d'une main et frotté par l'autre main soit directement, soit par l'intermédiaire d'un morceau de drap, montre facilement cette propriété. Si l'on a soin de n'employer comme corps attirés que des corps dépourvus de pointes, comme de petits disques de papier découpés à l'emporte-pièce, on constatera que l'attraction est suivie immédiatement d'une répulsion, de sorte que les disques de papier dansent continuellement entre la table sur laquelle ils sont placés et le bâton de résine. Avec des corps terminés en pointes, comme des barbes de plumes, l'expérience est moins complète, en ce sens que la répulsion n'a pas lieu immédiatement ; nous verrons plus tard la cause de cette différence dans les phénomènes. En général, on peut dire que les corps légers, après le contact, sont repoussés au bout d'un temps plus ou moins long qui dépend de leur nature et de leur forme.

Le bâton de résine qui jouit ainsi de la propriété d'attirer les corps légers et de les repousser est dit corps électrisé et la cause de ces phénomènes est appelée électricité. Cette propriété appartient à un grand nombre d'autres substances dont les plus communes sont le verre, la cire d'Espagne, le caoutchouc, le soufre, etc.

Il est évident qu'il n'y a pas d'action sans réaction et que, s'il y a une force émanant du corps électrisé vers le corps attiré, il y a une force égale et de sens contraire émanant du corps attiré vers le corps électrisé. On peut du reste mettre ce fait en évidence par l'expérience, en prenant comme corps électrisé une petite aiguille de caoutchouc durci, mobile dans un plan horizontal autour d'un support vertical; cette aiguille ayant été frottée à l'une de ses extrémités avec de la peau de chat par exemple et ayant pris sa position d'équilibre sur son support, si on en approche le doigt à une certaine distance, l'extrémité frottée se dirige vers le doigt.

Électrisation par contact. — Il nous est facile maintenant de montrer que cette vertu électrique peut se communiquer rapidement à certains corps par le simple contact avec un corps électrisé. Prenons un double pendule électrique : ce sont deux balles de sureau fixées à deux fils de chanvre d'égale longueur et suspendues à un même support métallique dont le pied se termine par une tige de verre plongeant dans un vase à moitié plein d'acide sulfurique (l'acide sulfurique n'a ici d'autre but que de dessécher complètement l'air de ce vase). Approchons un bâton de cire d'Espagne électrisée, les balles de sureau seront attirées et viendront au contact, puis seront repoussées; éloignons le bâton de cire d'Espagne et approchons la main à une certaine distance des balles de sureau : elles sont attirées vers la main; donc elles ont été électrisées par le contact avec le corps électrisé. Remarquons de plus que ces balles, toutes deux électrisées de la même façon, se re-

(1) Les premières leçons d'électricité laissent souvent à désirer au point de vue expérimental, soit parce que l'on néglige les précautions indispensables en des matières si délicates, soit parce que l'on accorde à tort trop peu d'importance aux phénomènes fondamentaux sur lesquels est fondée la science de l'électricité. Il m'a paru utile pour les lecteurs de la *Revue scientifique* de donner ici un résumé des leçons par lesquelles M. Mascart a ouvert son cours d'électricité au Collège de France.

poussent entre elles; nous saurons donc dans la suite que le double pendule sera électrisé quand ses balles divergeront. — La première observation relative à cette électrisation par le contact est due à Otto de Guéricke; ce physicien constata même que la vertu électrique peut être ainsi communiquée non seulement aux portions des corps mises au contact des corps électrisés, mais encore aux parties voisines. Il n'alla pas plus loin et c'est au physicien anglais Stephen Gray, que l'on doit la véritable découverte de la conductibilité électrique.

Conductibilité électrique. — Gray montra, par des expériences nombreuses et variées, que certains corps sont capables de conduire la propriété électrique depuis leur point de contact avec un corps électrisé jusqu'à une distance très grande; il alla jusqu'à 765 pieds. Nous pouvons répéter simplement cette expérience connue sous le nom d'expérience du tube de Gray, mais sous une forme différente et plus commode. Prenons un autre double pendule identique au précédent et non électrisé ou reprenons le même double pendule après lui avoir fait perdre son électricité en le touchant. Les deux balles sont au contact; mettons la cire d'Espagne électrisée en contact avec le support métallique des fils de chanvre : nous constaterons que, le bâton de cire d'Espagne ayant été éloigné pour que son action soit nulle, les deux balles divergeront et par suite seront électrisées. Donc la tige métallique et les fils de chanvre ont conduit la propriété électrique depuis le point de contact de la cire d'Espagne avec le métal jusqu'aux balles de sureau.

L'expérience a montré que tous les métaux, les acides, les eaux naturelles, les organes des végétaux et des animaux, le sol terrestre sont dans le même cas, tandis qu'il n'en est pas de même pour d'autres corps tels que le verre, la résine, la cire d'Espagne, le soufre, le caoutchouc, les gaz, etc. Les corps de la première catégorie sont dits bons conducteurs de l'électricité ou simplement conducteurs, les autres sont dits mauvais conducteurs ou isolants.

Cette classification nous permet d'expliquer maintenant pourquoi, voulant que notre double pendule de tout à l'heure gardât la propriété électrique, nous avons terminé son pied par une tige de verre plongeant dans un vase à demi plein d'acide sulfurique. C'est que, si nous avions fixé simplement le support métallique sur la table, nos balles de sureau eussent été en communication directe avec le sol par une succession de corps conducteurs, de sorte que l'electricité du double pendule se serait immédiatement répandue sur l'immense surface du globe terrestre et par suite n'aurait plus produit aucun effet appréciable sur les balles de sureau. Le pied de verre isole ce pendule du sol, et l'acide sulfurique rend cet isolement plus parfait en desséchant l'air qui entoure ce pied et qui, s'il n'était pas sec, rendrait conductrice la surface du verre par le dépôt d'une buée.

Remarquons enfin, à propos de cette classification des corps en bons conducteurs et mauvais conducteurs, que, lors de la découverte des phénomènes électriques, les derniers seuls étaient considérés comme pouvant s'électriser par le frottement : une tige métallique tenue à la main et frottée avec n'importe quel corps ne présente jamais aucun caractère électrique. Aussi les corps mauvais conducteurs portaient-ils alors la dénomination de corps idio-électriques et les corps conducteurs celle de corps anélectriques. Or de ce que nous avons dit précédemment il résulte qu'un corps conducteur tenu à la main ne peut conserver l'électricité qui s'y trouverait un instant; elle s'écoule dans le sol par l'intermédiaire du corps humain. Mais si nous venons à tenir à la main une tige de verre portant à son extrémité une sphère de laiton et que nous frappions légèrement cette sphère avec un morceau de flanelle, nous pourrons répéter avec cette sphère toutes les expériences que nous avons effectuées avec le bâton de résine frottée, en particulier recommencer la danse des petits disques de papier entre ce corps et la table sur laquelle ils reposaient d'abord. — Donc tous les corps sont susceptibles de s'électriser par le frottement, mais ils ne conservent la propriété électrique qu'à la condition d'être séparés du sol par un corps isolant.

La classification des corps en conducteurs et en isolants n'est pas rigoureuse, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de corps transportant l'électricité à toute distance dans un temps nul, de même qu'il n'y a pas de corps opposant une résistance absolue à toute propagation de l'électricité. En réalité, les corps sont plus ou moins conducteurs et, au lieu de faire deux catégories nettement distinctes, on doit plutôt construire une table où les corps soient rangés les uns à la suite des autres par ordre de conductibilité. — Nous pouvons montrer ici l'exemple d'un corps d'une conductibilité moyenne. Reprenons notre double pendule et remplaçons ses fils de chanvre par des fils de coton secs d'environ un mètre et demi de longueur, puis électrisons sa tige d'une manière quelconque, nous voyons immédiatement se produire une divergence des fils au voisinage du point de suspension, pendant que les parties inférieures des fils et les balles de sureau ne se repoussent pas encore; puis l'électricité se propage peu à peu tout le long des fils jusqu'à ce qu'elle soit arrivée aux balles de sureau, et ce n'est qu'au bout d'un temps qui peut dépasser une minute que les balles ont atteint le maximum de leur divergence, c'est-à-dire que l'électricité a pris sa distribution normale sur l'ensemble des corps plus ou moins conducteurs qui constituent le pendule. — Dans la pratique, on n'utilise guère que les corps les plus conducteurs et les plus isolants, c'est-à-dire ceux qui sont placés aux extrémités de l'échelle.

Distinction de deux électricités. — Pendant que Gray poursuivait ses expériences sur la conductibilité électrique, du Fay, membre de l'Académie des sciences, faisait une découverte fort importante : il constatait l'existence de deux électricités distinctes. Reprenons cette expérience capitale en lui donnant une forme qui la mette à l'abri de toute critique. Plaçons à une certaine distance l'un de l'autre deux doubles pendules identiques et électrisons l'un au moyen d'une tige de verre frottée avec du drap, l'autre au moyen d'un bâton de résine frotté avec de la peau de chat; nous constaterons que les deux balles de sureau de chaque pendule divergent : le bâton de verre électrisé approché du premier pendule

repousse ses deux balles de sureau, tandis que, approché du deuxième, il attire les balles; la résine au contraire attire les premières et repousse les dernières. Les électricités des deux pendules sont donc différentes. — On peut procéder encore d'autre manière : les deux pendules étant électrisés comme nous venons de le dire, on les approche l'un de l'autre et l'on constate que les balles du premier pendule, qui se repoussent entre elles, attirent les balles du second, qui se repoussent également l'une l'autre. Il y a donc deux espèces d'électricité que l'on a primitivement dénommées électricité vitrée et électricité résineuse, des noms des corps qui les fournissent habituellement. — L'expérience prouve qu'il n'y a pas une troisième électricité qui attirerait ou repousserait en même temps les deux autres. Nous montrerons plus loin que les corps à l'état neutre, c'est-à-dire non électrisés, qui, placés au voisinage d'un corps électrisé d'une façon quelconque, sont toujours attirés, doivent cette attraction à une électrisation propre résultant de l'approche du corps électrisé.

Production simultanée des deux électricités. — D'autre part, il est clair que, lorsque nous cherchons à produire de l'électricité par le frottement de deux corps l'un contre l'autre, rien ne distingue *à priori* le corps frottant du corps frotté; il semble donc logique d'admettre que, si l'un s'électrise, l'autre doit s'électriser aussi. C'est ce que l'expérience vérifie, pourvu que les corps frottés, quand ils sont conducteurs, soient fixés à des corps isolants qui ne laissent pas s'écouler leur électricité dans le sol par l'intermédiaire des supports. L'expérience se fait généralement au moyen de deux disques fixés à des manches de verre isolants. On saisit ces manches par leurs extrémités pour que l'humidité des mains ne les rendent pas conducteurs et on frotte les deux plateaux l'un contre l'autre; si on les approche successivement et séparément des balles de sureau d'un double pendule à l'état neutre, elles sont attirées par l'un et l'autre plateau, donc ces deux plateaux sont électrisés. Mais il y a plus : supposons le double pendule électrisé préalablement et ses balles divergentes; l'on constatera alors que l'un des plateaux attire les balles de sureau et que l'autre les repousse. Donc les deux plateaux sont chargés d'électricités différentes. Et ceci aura toujours lieu, quelle que soit la nature des substances qui composent les deux plateaux. — Pour rendre la démonstration plus visible à un auditoire nombreux, on peut remplacer le double pendule par un appareil nommé électromètre à réflexion, dont nous n'avons pas à donner ici la théorie. Qu'il nous suffise de savoir qu'une aiguille conductrice horizontale est susceptible de se mouvoir autour d'un axe vertical sur lequel est fixé un petit miroir concave; on fait tomber sur ce miroir la lumière d'une fente qui vient donner une image lumineuse sur une échelle; quand l'aiguille est à l'état neutre, elle prend une position d'équilibre déterminée et l'on dispose l'échelle de façon que l'image soit au zéro de la graduation; si maintenant on approche un corps électrisé à une certaine distance ou au contact d'un support isolé en communication avec l'aiguille, on voit l'image lumineuse se déplacer dans un sens ou dans l'autre suivant que le corps est chargé d'électricité vitrée ou d'électricité résineuse. Cet appareil nous indique donc par le sens de la déviation de l'image la nature de l'électricité dont un corps est chargé. Reprenons nos deux plateaux de tout à l'heure et frottons-les l'un contre l'autre, puis approchons-les successivement et séparément de l'électromètre, on verra que l'image lumineuse est déviée successivement dans un sens et dans l'autre.

L'on peut montrer, par le même procédé, qu'un plateau prend tantôt l'une des électricités et tantôt l'autre, suivant qu'on l'a frotté avec tel ou tel corps. La nature de l'électricité qui se développe par le frottement sur un corps déterminé ne dépend donc pas uniquement de la nature de ce corps, mais encore de celle de l'autre corps frotté. On voit par là que les dénominations d'électricité vitrée et d'électricité résineuse ne correspondent à rien de réel; on les a remplacées par les dénominations d'électricité positive et d'électricité négative, qui, comme nous le verrons bientôt, ont leur raison d'être. — On pourra établir une liste des différents corps, telle que chacun d'eux s'électrise négativement quand on le frotte contre un des précédents, et positivement quand on le frotte contre un de ceux qui le suivent. Une pareille classification ne devra pas cependant être prise d'une façon absolue comme l'échelle électrique des corps, car deux corps de même nature, deux disques de verre provenant de la même coulée, par exemple, frottés l'un contre l'autre, s'électriseront, l'un positivement, l'autre négativement. Les moindres différences dans l'état physique, le degré de poli, la température, des traces de matières étrangères suffisent à expliquer ce phénomène.

Masses électriques. — Dans toutes les expériences que nous avons faites jusqu'à présent, en particulier au moyen du double pendule, il nous a été facile de voir qu'en plaçant le même corps électrisé à la même distance des balles de sureau, ces balles ne sont pas toujours attirées de la même façon, ce qui s'exprime généralement en disant qu'un corps peut être chargé de quantités différentes d'électricité. Sans rien préjuger sur la nature de l'électricité, nous définirons les masses électriques par les forces auxquelles elles donnent naissance en agissant les unes sur les autres. Supposons deux sphères de rayon très petit et placées à une certaine distance l'une de l'autre : si la première reste constamment électrisée de la même façon et qu'on fasse varier la quantité d'électricité de la seconde, nous dirons que cette quantité d'électricité varie proportionnellement à la force qui agit entre les deux sphères, c'est-à-dire que si cette force devient double, triple, quadruple, etc., d'une première valeur déterminée, la quantité d'électricité de la seconde sphère est devenue aussi double, triple, quadruple, etc., de sa valeur primitive. Deux quantités d'électricité ou deux masses électriques seront égales si, agissant successivement sur la même masse et à la même distance, elles déterminent deux forces égales. Et l'unité de masse électrique sera la masse qui, agissant sur une masse égale située à l'unité de distance, produit une force égale à l'unité. Nous voyons que cette unité de masse électrique dépend à la fois du choix de l'unité de longueur et du choix de l'unité de force. Nous

reviendrons dans la suite sur les unités généralement adoptées.

Conservation de l'électricité. — Lorsque l'on met au contact deux conducteurs isolés dont l'un est électrisé, l'autre ne l'étant pas, nous savons que ce dernier s'électrise en vertu de la conductibilité. Mais la masse totale d'électricité répartie sur les conducteurs est-elle égale à celle qui résidait sur le premier conducteur avant le contact? La réponse à cette question nous sera donnée par l'expérience suivante. Prenons une petite boule conductrice électrisée et suspendons-la par un fil de soie au-dessus et à une petite distance du plateau d'un électroscope à feuilles d'or, qui n'est autre chose qu'un double pendule très délicat, les feuilles divergeront et feront entre elles un angle qui restera très sensiblement constant pendant la durée de l'expérience si le fil de soie est assez long; approchons maintenant une seconde boule conductrice de petite dimension, tenue à la main par l'intermédiaire d'un fil de soie et d'un manche de verre; effectuons le contact avec la première boule et laissons cette deuxième au contact ou à une petite distance sur le même plan horizontal : l'on constatera que la divergence des feuilles d'or reste la même que précédemment. Les deux boules ensemble ont, par conséquent, la même action que la boule unique électrisée d'abord; la masse totale d'électricité n'a donc pas changé. En définitive, l'électricité est indestructible.

Nous pouvons maintenant graduer un appareil de mesure pour les masses électriques, si nous connaissons le moyen de communiquer à cet appareil la quantité entière d'électricité dont un corps conducteur est chargé. Pour avoir notre appareil gradué, il nous suffira, en effet, de communiquer à un électroscope à feuilles d'or, ou à l'électromètre à réflexion que nous avons déjà employé, successivement des masses électriques égales à l'unité et de faire une table des déviations obtenues. L'expérience du cylindre de Faraday nous donne la solution pratique du problème : prenons un cylindre en laiton ouvert à son extrémité supérieure et plaçons-le sur un support isolant; électrisons par un procédé quelconque une boule conductrice suspendue à un fil de soie fixé à un manche en verre qu'on tient à la main et transportons-la dans le cylindre jusqu'à la mettre en contact avec le fond, puis retirons-la avec précaution sans lui faire toucher les bords du cylindre; mettons-la ensuite en contact avec un électroscope à feuilles d'or : nous constaterons que les feuilles ne divergent pas et que, par suite, la boule n'est pas électrisée; si alors nous touchons la surface extérieure du cylindre avec la boule toujours portée de la même façon et si nous la mettons de nouveau au contact de l'électroscope, une grande divergence des feuilles d'or accusera l'électrisation de la boule. Donc la boule électrisée primitivement a cédé toute son électricité au cylindre conducteur dans lequel elle a été plongée. — Pour graduer un électromètre quelconque, il suffira donc de placer sur le plateau de cet électromètre un cylindre métallique. Quand on introduira dans ce cylindre des conducteurs chargés de masses électriques quelconques, ils en sortiront complètement déchargés et toute l'électricité restera sur l'électromètre et le cylindre.

Masses égales dans le frottement. — Signes électriques. — La définition des masses électriques que nous avons donnée nous permet de pénétrer plus avant dans l'étude du développement de l'électricité par le frottement. Reprenons les deux plateaux munis de manches isolants qui nous ont servi à montrer la production simultanée des deux électricités et, après les avoir frottés l'un contre l'autre, approchons-les, sans les séparer, de l'électromètre à réflexion : l'image lumineuse reste au zéro. Éloigne-t-on l'un des deux plateaux, l'image est rejetée hors de l'échelle. Si donc l'un des plateaux seul détermine une force capable de produire une déviation considérable de l'aiguille et si l'ensemble n'a aucune action, c'est que l'autre plateau produit une force égale et contraire à la précédente. Par suite, les deux masses électriques développées par le frottement sont rigoureusement égales. — On peut répéter l'expérience avec le cylindre de Faraday placé sur le support de l'électromètre : on frotte le fond du cylindre avec du coton-poudre que l'on a fixé au bout d'une tige en verre tenue à la main; tant que le coton-poudre repose au fond du cylindre, l'image lumineuse reste au zéro; une grande déviation se produit si on enlève le coton-poudre.— Voici enfin un troisième procédé bien simple pour mettre le même fait en évidence; il est dû à Faraday. On frotte l'extrémité d'un bâton de cire d'Espagne avec un petit bonnet de soie et on approche le bâton de cire coiffé de son bonnet du support de l'électromètre, l'appareil reste au zéro; enlève-t-on le bonnet au moyen du fil de soie qui le termine, aussitôt la déviation du rayon lumineux montre que la cire d'Espagne est électrisée.

La conclusion de ces trois expériences est la même et justifie les signes + et — que nous avons affectés aux deux espèces d'électricité. Quand on frotte deux corps l'un contre l'autre, on développe deux masses électriques dont la somme a une action nulle sur un corps électrisé quelconque : il est donc naturel de dire que l'une de ces deux masses égales est positive et l'autre négative.

Localisation de l'électricité à la surface des conducteurs. — Lorsqu'on met au contact deux sphères conductrices identiques, dont l'une, au moins, est électrisée, on peut prévoir *à priori* qu'après le contact les deux sphères seront chargées des mêmes masses électriques. Mais l'expérience montre, de plus, que, pourvu que les sphères aient le même rayon et soient conductrices par leur surface, il se fait toujours un partage égal des masses, quelle que soit la nature de la substance qui forme l'intérieur des sphères; ainsi une sphère creuse joue le même rôle qu'une sphère pleine. Il semble résulter de là que l'électricité, sur une sphère conductrice, est localisée uniquement à la surface. L'expérience du cylindre de Faraday confirme cette démonstration et la généralise, car on peut remplacer le cylindre par un conducteur creux de forme quelconque, pourvu que l'orifice ne soit qu'une fraction petite de la surface totale : ce corps conducteur creux étant placé, comme il a été dit précédemment, sur un support isolé, on l'électrise par un procédé quelconque, puis on

y introduit une petite sphère conductrice tenue à la main par un manche isolant; on touche la paroi intérieure en un point quelconque et, en évitant soigneusement de toucher les bords, on porte la petite sphère au contact de l'électromètre : l'aiguille reste au zéro. Il n'y a donc pas d'électricité à l'intérieur des corps conducteurs. Si on touche la paroi extérieure avec la petite sphère et qu'on la porte de nouveau à l'électromètre, la déviation de l'image lumineuse accuse l'électrisation du corps conducteur creux à la surface extérieure.

Distribution de l'électricité à la surface des conducteurs.— Il résulte de là que l'on connaîtra la distribution de l'électricité sur un corps conducteur si on connaît cette distribution à la surface. L'électricité, en effet, n'est pas distribuée uniformément sur toute la surface d'un conducteur, c'est-à-dire que deux petits éléments superficiels égaux pris en différents points du conducteur ne contiennent pas la même masse électrique, ou enfin, en appelant densité électrique en un point le quotient de la masse électrique d'un élément infiniment petit qui comprend ce point par la surface de cet élément, la densité électrique est variable aux différents points. — Pour étudier cette distribution superficielle on emploie un électromètre quelconque gradué, par exemple notre électromètre à réflexion, et un petit corps conducteur destiné à être mis en contact avec les différents points des corps électrisés que l'on étudie. C'est généralement un petit disque plat d'environ un centimètre de diamètre et que l'on nomme plan d'épreuve. Si on l'applique en un point du conducteur, il ne change pas sensiblement la distribution de l'électricité sur ce conducteur et prend au point de vue électrique la place de l'élément superficiel qu'il recouvre; les points mêmes de cet élément qui ne sont pas au contact du plan d'épreuve ne contiennent plus d'électricité, car ils sont à l'intérieur d'un conducteur creux formé par l'ensemble du plan d'épreuve et du corps conducteur étudié. On mesure la charge que prend ce plan d'épreuve en le portant dans un cylindre de Faraday en communication avec l'électromètre. En opérant de même pour un deuxième point du conducteur, le rapport des charges mesurées par l'électromètre est égal au rapport des densités électriques en ces deux points. Il est clair que, si le plan d'épreuve a une superficie négligeable à côté de celle du conducteur, on peut admettre que le premier contact n'a diminué la charge du conducteur que d'une quantité négligeable et que par suite la masse électrique enlevée par le deuxième contact est la même que si le premier contact n'avait pas eu lieu.

Faisons ici une remarque générale qui trouvera son application dans la plupart des expériences de mesure électrique.

Comme nous l'avons dit à propos de la conductibilité, les corps qui environnent le conducteur étudié, et en particulier ses supports, ne sont pas absolument isolants, de sorte que pendant l'intervalle qui sépare le deuxième contact du premier une certaine quantité de l'électricité du conducteur s'échappe et que par conséquent les indications électrométriques relatives au premier contact sont plus grandes que si ce contact avait été effectué en même temps que le deuxième. Pour remédier autant que possible à cet inconvénient, on emploie la méthode dite *des contacts alternatifs*.— Nous voulons mesurer le rapport des densités électriques aux points A et B. Au temps zéro nous déterminons la charge en A, au temps θ la charge en B, puis au temps 2θ la charge en A. Si l'isolement n'est pas trop imparfait, on peut admettre que pendant la courte durée de l'expérience, la perte d'électricité est proportionnelle au temps et que par conséquent le premier nombre, déterminé au temps zéro pour le point A, est autant au-dessus que le dernier, déterminé au 2θ, est au-dessous du nombre que l'on aurait trouvé si l'on avait opéré au temps θ. C'est donc la demi-somme de ces deux nombres qu'il faut comparer au nombre relatif au point B.

Il nous est facile de donner ici un exemple d'une pareille détermination du rapport des densités électriques en deux points d'un conducteur. Voici un cylindre métallique électrisé, terminé à ses extrémités par des calottes sphériques et porté par un pied de verre isolant. Touchons l'une de ces extrémités avec le plan d'épreuve que nous porterons dans l'électromètre gradué, ce qui nous donne un certain nombre proportionnel à la densité en ce point, soit 250; au bout d'une minute, faisons la même expérience pour le milieu et soit 70 le nombre trouvé; enfin au bout d'une nouvelle minute, nous touchons de nouveau à l'extrémité et nous déterminons ainsi le nombre 230. Le rapport des densités électriques à l'extrémité et au milieu du cylindre est donc

$$\frac{\frac{250+230}{2}}{70} = \frac{24}{7}.$$

Le résultat général de toutes les expériences faites pour déterminer la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs isolés qui ne sont placés au voisinage d'aucun autre conducteur, c'est que la densité électrique en un point est relié à la courbure en ce point. Pour les corps convexes, la densité en un point varie dans le même sens que la courbure en ce point; dans un ellipsoïde en particulier, la densité est maxima aux sommets du grand axe et minima aux sommets du petit axe et le rapport de cette première densité à la deuxième augmente à mesure qu'augmente le rapport des grandeurs des axes correspondants. Nous tirerons des conséquences curieuses de ce fait dans la suite de notre étude préliminaire des phénomènes électriques.

G. Berson.

MINÉRALOGIE

Reproduction artificielle des roches éruptives (1).

L'idée d'employer la voie ignée comme moyen de reproduire certains types de roches éruptives nous a été suggérée par l'observation microscopique des roches naturelles, observation montrant la cristallinité des parties les plus com-

(1) Voy. *Revue scientifique* du 31 décembre 1881, p. 834.

pactes et attestant la formation d'un grand nombre d'éléments cristallins pendant et après l'épanchement. Ce fait avait surtout à nos yeux une importance capitale pour les roches volcaniques actuelles que l'on voit couler sous la pression ordinaire, à des températures qui ne dépassent pas celles que l'on obtient aisément dans les laboratoires.

Enfin, nous avons été encouragés à ces recherches par les nouveaux appareils que nous avions à notre disposition, dont les uns facilitent l'expérience, tandis que les autres permettent d'en apprécier les résultats.

Nous donnerons d'abord quelques détails sur le mode opératoire dont nous nous sommes servis. Le fourneau Leclerc et Forquignon, chauffé par un chalumeau à gaz et soufflé par une trompe Damoiseau, est d'un emploi commode; il permet de réaliser les conditions indispensables au succès de l'expérience, c'est-à-dire d'obtenir de hautes températures, depuis le rouge naissant jusqu'à la température de fusion du platine, et surtout de maintenir à peu près fixe, aussi longtemps que l'on veut, celle dont on a fait choix.

Nous nous servons de creusets de platine d'environ vingt centimètres cubes de capacité. On peut les disposer de quatre façons différentes dans le fourneau.

1° Le creuset est enfoncé entièrement dans le manchon intérieur de terre réfractaire, de façon que son bord supérieur affleure à la surface du manchon. On recouvre le tour de la calotte extérieure en terre réfractaire, puis on lance le vent dans le chalumeau en employant la tuyère d'orifice maximum. Dans de pareilles conditions, on atteint en quelques minutes la température de fusion du platine, et il faut quelques précautions pour empêcher le creuset de se perforer; le plus souvent, on fond en partie le petit support en fil de platine circulaire qui soutient le creuset. Une pareille température est suffisante pour transformer le péridot, la leucite, l'anorthite en une masse visqueuse, qui après un refroidissement brusque se montre entièrement amorphe.

2° Le creuset occupe la même position; mais la calotte du fourneau est enlevée et le soufflage se fait avec la tuyère à orifice moyen. Dans ces conditions, le fer et l'acier fondent aisément; il en est de même de tous les feldspaths, sauf l'anorthite, et de tous les bisilicates.

3° Le creuset est appuyé sur un triangle de platine reposant sur le bord supérieur du manchon, de manière à être à moitié enfoncé dans le fourneau. On conserve la tuyère précédente. L'acier se ramollit seulement, mais le cuivre fond très facilement; on est à la limite de fusion du labrador et de l'oligoclase; le pyroxène peut être encore complètement liquéfié ainsi que la néphéline.

4° Le creuset est appuyé sur le triangle de platine de manière à être entièrement en dehors du fourneau. Même tuyère que précédemment. Le cuivre fond encore dans ces conditions, mais difficilement.

Dans les trois premières positions, le creuset est porté au rouge blanc; dans la dernière, il n'est plus qu'au rouge vif. Il va sans dire qu'en réglant l'arrivée du vent et du gaz, on a une certaine latitude pour faire varier dans chaque cas la température définitive.

Les matières premières que nous avons employées sont les éléments chimiques, ou les minéraux naturels qui entrent dans l'association que nous nous proposons d'obtenir. Les éléments chimiques que nous avons utilisés sont la silice et l'alumine obtenues par voie de précipitation et calcinées; les carbonates de potasse, de soude et de chaux; la magnésie caustique, le sesquioxyde de fer. Les minéraux naturels qui ont été employés sont le microcline de l'Ain, l'oligoclase d'Alagnon (Cantal), le labrador du Canada, l'augite des Açores, la leucite de la Somma, le péridot d'Auvergne, le quartz de Madagascar, etc.

Dans chaque série d'expériences, nous nous sommes toujours astreints à employer au moins une fois les mélanges chimiques; leur emploi comporte quelques précautions; il convient de les employer secs et de les mélanger avec soin dans un mortier de porcelaine. Ces mélanges sont toujours très volumineux et la masse nécessaire pour former un culot d'environ 15 grammes dépasse de beaucoup les dimensions du creuset; il est donc indispensable d'opérer la fusion par parties fractionnées. La décomposition du carbonate de chaux n'entraîne aucun boursouflement; il n'en est pas de même pour le carbonate de soude et surtout pour le carbonate de potasse. Il convient alors de chauffer doucement pendant une dizaine de minutes, puis ensuite d'opérer brusquement la fusion à très haute température.

Que l'on parte des éléments chimiques ou des minéraux naturels, en opérant avec la disposition n° 1, on obtient par refroidissement brusque un verre isotrope, souvent bulleux, dont la couleur est variable suivant la nature du mélange fondu. L'aspect de ce verre est le même, à composition chimique égale, quels que soient les éléments employés.

Dans les mélanges qui contiennent les éléments du pyroxène, de l'enstatite ou de la mélilite, il faut recourir à un refroidissement très brusque pour empêcher ces minéraux de cristalliser partiellement. La néphéline cristallise aussi très aisément. Les feldspaths, au contraire, offrent une très grande tendance à passer lentement de l'état visqueux à l'état cristallin.

La méthode que nous avons employée pour obtenir des associations cristallines identiques à celles de la nature repose sur le principe, déjà entrevu par James Hall, que la température de fusion d'un silicate cristallisé est en général supérieure à celle du verre qui en provient. On sait depuis longtemps que le verre ordinaire, soumis à un recuit prolongé, se montre opalin, prend une structure cristalline microscopique et devient d'une fusibilité difficile. De même au fond des creusets de verrerie, on trouve souvent des masses cristallisées, principalement composées de pyroxène.

Si donc on maintient, pendant un temps suffisamment long, un verre à une température légèrement supérieure à celle de son ramollissement, on se trouve dans des conditions favorables pour produire des arrangements moléculaires et donner naissance à des corps cristallisés qui puissent se solidifier au sein du magma visqueux.

On voit que les limites de température nécessaires à la production d'un minéral déterminé sont très rapprochées,

car elles doivent osciller entre la température de fusion du minéral et celle du verre qui en résulte ; et ces deux températures sont souvent très voisines l'une de l'autre.

Ces considérations expliquent la nécessité des températures variées, que nous avons dû employer pour arriver à faire cristalliser des minéraux divers dans un même magma. De là aussi la distinction des stades de consolidation que nous avons mis en pratique et dont l'observation des roches naturelles nous avait d'ailleurs suggéré l'emploi. L'étude microscopique des plaques minces des roches ignées n'indique en général que deux temps principaux de consolidation, et en effet, avec l'emploi de deux stades distincts à des températures inégales, nous sommes parvenus à reproduire ces roches jusque dans leurs détails les plus intimes. Les exemples les plus frappants sont les suivants : dans le *basalte,* le péridot est toujours en cristaux de première consolidation, autour desquels se groupent les autres éléments microlithiques de la roche. La leucite des *leucotéphrites* et des *leucitites* a aussi cristallisé antérieurement aux minéraux qui l'accompagnent. Dans les roches à structure *ophitique,* l'élément feldspathique est moulé par les grandes plages de pyroxène. L'explication de ces faits ne présente aucune difficulté, car le péridot, la leucite et le felsdpath se solidifient à des températures plus élevées que les éléments dont ils sont environnés. Il a donc suffi que le magma, qui contient ces minéraux, passât par des températures graduellement décroissantes, pour provoquer les deux temps principaux de cristallisation de la roche. C'est aussi une des raisons pour lesquelles, dans les roches où le feldspath apparait à la fois dans les deux temps de consolidation, les grands cristaux sont souvent d'anorthite pour les microlithes de labrador, de labrador pour les microlithes d'oligoclase ; car tel est l'ordre des fusibilités.

Ainsi, en résumé, le principe qui nous paraît avoir présidé à la formation des roches ignées consiste dans ce fait que les minéraux se sont consolidés suivant l'ordre inverse de leurs fusibilités respectives. L'observation et l'expérience révèlent quelques contradictions apparentes à cette règle générale ; nous les allons discuter sommairement.

Certains minéraux de fusion très difficile, tels que la leucite, renferment en inclusions des minéraux très fusibles, tels que le pyroxène. Il semblerait donc que la cristallisation du pyroxène fût antérieure à celle de la leucite. Mais, en réalité, le pyroxène provient ici d'inclusions vitreuses, contenues primitivement dans la leucite, et qui, après leur emprisonnement, ont continué à subir un travail de groupement moléculaire. Ce fait est mis en évidence par les observations de l'une de nos séries d'expériences.

Une autre objection résulte de la formation du fer oxydulé et de la picotite, cristallisés aux temps divers de consolidation et à des températures très variées. Ainsi le péridot du basalte, formé dans le premier temps de consolidation, renferme ces minéraux, et cependant on les retrouve encore accompagnant les microlithes du second temps, et parfois même implantés sur eux. Le même fait se reproduit dans nos expériences, et chaque poussée de silicates, cristallisés au sein de verres ferrugineux, est accompagnée de la production de fer oxydulé et parfois de picotite. L'explication, pour nous, est dans une réaction des bases qui se déplacent mutuellement. C'est une opinion déjà professée par Ebelmen (1). La fusibilité n'est donc pas pour ces minéraux la condition déterminante de leur moment de cristallisation.

La plus grave des objections est celle qui a pour point de départ l'observation de roches, dans lesquelles les mêmes silicates se trouvent à la fois dans les deux temps de consolidation. C'est surtout au pyroxène et au labrador que s'applique le cas en question. On peut douter alors que le phénomène soit dû à des variations dans la température. Et cependant entre la température de fusion d'un minéral et celle de son verre, il peut y avoir une latitude assez grande pour que la cristallisation commence pendant un stade et se termine dans l'autre. Notons que le premier stade pour les roches ignées paraît s'être produit avant l'éruption, c'est-à-dire dans des conditions de refroidissement très lent et de repos relatif ; tandis que le second stade coïncide à peu près avec l'épanchement de la roche, c'est-à-dire avec une période de trouble et de refroidissement beaucoup plus rapide. Il n'est donc pas étonnant d'observer une première poussée de cristaux de grande taille, puis une seconde formation microlithique. Ajoutons que, par suite du changement incessant de composition du magma dans lequel la cristallisation s'opère, les minéraux formés, et notamment le pyroxène, présentent de légères variations de composition et par conséquent des variations correspondantes dans leur fusibilité.

1° Pratiquement, nous obtenons la cristallisation de la leucite, de l'anorthite, du péridot, du fer oxydulé et de la picotite aux températures du mode opératoire n° 2 ;

2° Le labrador, l'oligoclase, le pyroxène, l'enstatite et l'hypersthène s'obtiennent en même temps que de la picotite et du fer oxydulé par l'emploi du mode opératoire n° 3 ;

3° Les mêmes minéraux et surtout le pyroxène, la néphéline, la mélilite et le grenat mélanite, se produisent encore à la température du rouge vif (mode opératoire n° 4).

Les culots que l'on obtient par la méthode que nous venons d'exposer n'ont plus une apparence vitreuse ; ils ont perdu leur transparence et sont devenus rugueux ; ils adhèrent fortement aux parois des creusets et présentent une dureté, une ténacité et une densité très supérieures à celles des verres correspondants ; on peut déjà distinguer à l'œil nu, notamment à la surface des cavités, quelques cristaux d'enstatite, de pyroxène, de péridot, de mélilite, dans ceux des culots qui contiennent ces minéraux. La leucite forme aussi, à la surface du produit, des petits boutons en saillie de teinte plus claire. Les culots à néphéline ont un reflet soyeux ; ceux qui sont riches en feldspath ont un aspect blanc, pierreux, plutôt grenu que cristallin.

Pour procéder à leur étude et à la détermination des minéraux formés, il est nécessaire de recourir à la taille des lames minces et à leur examen au microscope.

(1) Ebelmen, *Comptes rend.*, XXXIII, p. 527, 1851.

Nous allons rappeler sommairement les moyens d'investigation et de détermination que possède la pétrographie ; ce sont les mêmes que nous avons dû employer ici. La détermination des éléments minéralogiques de nos culots cristallins artificiels se fait identiquement de la même façon que celle des minéraux des roches naturelles ; nous ajouterons que, pour un grand nombre de roches éruptives, notamment pour les basaltes, les phonolithes, les trachytes, l'analyse microscopique, avec ses procédés optiques et chimiques, est la seule applicable aux cristaux du second temps de consolidation. Cette science nouvelle offre des méthodes dont la précision et la rigueur sont comparables à celles des méthodes employées depuis longtemps en physique, en chimie et en minéralogie.

1° Les observations à la *lumière naturelle* permettent d'apprécier la couleur en lame mince, la rugosité, le relief dû à la valeur élevée de l'indice de réfraction, la forme, les clivages.

2° Avec interposition d'*un nicol en lumière parallèle,* on constate le polychroïsme.

3° L'emploi de *deux nicols croisés en lumière parallèle* donne les couleurs de polarisation qui sont plus ou moins vives, suivant le plus ou moins grand écart des indices de réfraction ordinaire et extraordinaire ; ce caractère tire son importance de la constance relative d'épaisseur des plaques minces, qui oscillent entre $0^{mm},01$ et $0^{mm},03$.

Mais l'indication la plus caractéristique est fournie par la mesure des angles d'extinction ; ces angles sont rapportés avec avantage à la direction d'allongement du minéral. Cet allongement est souvent considérable, notamment dans les microlithes ; il coïncide avec une des arêtes principales de la substance et presque toujours avec l'intersection de deux clivages prédominants : ainsi c'est l'arête pg' pour les feldspaths, mm pour le pyroxène et l'amphibole, $h'g'$ pour l'enstatite, ph pour l'épidote, etc. Il est facile de reconnaître dans la plaque mince les sections appartenant à la zone dont cette arête est l'axe ; car, dès que l'on a affaire à des sections tant soit peu obliques, celles-ci occupent une si petite surface que l'œil les élimine presque involontairement. Dans cette zone importante, les extinctions rapportées à la longueur varient de 0° à un certain maximum caractéristique. Quelques lectures suffisent pour le déterminer pratiquement.

La lumière parallèle polarisée permet encore une étude détaillée des macles.

Enfin son emploi, combiné avec celui d'une lame mince de quartz parallèle, donne la grandeur relative des deux axes d'élasticité d'une section. Ce dernier procédé révèle en outre le pouvoir polarisant des substances très faiblement biréfringentes, telles que la leucite, et manifeste leurs macles.

4° La lumière *polarisée convergente* est applicable aux minéraux contenus dans les lames minces, dans un grand nombre de cas où leurs dimensions ne sont pas trop exiguës. Elle indique immédiatement si l'on a affaire à un minéral à un ou à deux axes optiques ; elle détermine en outre la position de ces axes et celle de leur plan.

5° Les procédés de séparation des minéraux élémentaires, usités pour l'étude des roches, sont applicables ici. Ainsi on peut employer les attaques convenablement ménagées par l'acide fluorhydrique, le traitement des poudres par l'électro-aimant, et par les liqueurs à grandes densités de biiodure de mercure (1) et de potassium, de boro-tungstate de cadmium (2), ou de chlorures de plomb et de zinc fondus (3).

Les plaques minces, découvertes et débarrassées, par un lavage à la benzine, du baume qui les recouvre, se prêtent à des essais d'attaque par l'acide chlorhydrique. Un certain nombre de minéraux perdent alors leur action sur la lumière polarisée, et, quand ils fournissent de la silice gélatineuse, on peut le constater en les imprégnant de teinture d'aniline.

Mentionnons enfin le procédé Boricky, fondé sur la production et la forme cristalline des fluosilicates, le procédé Behrens permettant une analyse qualitative complète basée sur la forme cristalline des précipités fournis par divers réactifs (4) et le procédé Szabo qui utilise les colorations de flamme au bec Bunsen.

Nous avons exposé dans notre minéralogie micrographique (5) l'application de ces procédés divers à la détermination des minéraux des roches éruptives, et nous y renvoyons pour plus amples détails. Nous nous contenterons ici de résumer brièvement les caractères principaux qui appartiennent aussi bien aux minéraux de nos roches artificielles qu'à ceux des roches naturelles similaires.

Feldspaths tricliniques. — Incolores, lisses, sans relief. Couleurs de polarisation faibles, gris bleuâtre, plus vives pour l'anorthite que pour les autres feldspaths. L'allongement a lieu suivant l'arête pg' et se montre généralement très marqué. Dans cette zone les maxima d'extinction sont :

Pour l'oligoclase	0°
Pour le labrador	30°
Pour l'anorthite	45°

D'après la théorie de M. Tschermak, entre l'albite et l'anorthite, il existerait une série continue de feldspaths tricliniques dont les maxima d'extinction, dans la zone pg', devraient naturellement varier de façon à ne présenter les chiffres ci-dessus que comme cas particuliers. Nous exposerons plus loin, au chapitre des feldspaths, les expériences que nous avons faites pour contrôler cette théorie. Les résultats

(1) Thoulet, *Comptes rend.*, 1878.

(2) Klein, *Bull. Soc. min.*, p. 143, 1881.

(3) Bréon, *Soc. minér.*, p. 46, 1880.

(4) Pour l'essai des silicates, M. Behrens emploie successivement l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, de manière à transformer toutes les bases en sulfates solubles. Les réactifs qu'il emploie sont : pour la potasse, le chlorure de platine ; pour la soude, le sulfate de cérium ; pour la lithine, un carbonate alcalin ; pour la baryte, la strontiane et la chaux, l'acide sulfurique lui-même ; pour la magnésie, le phosphate d'ammoniaque ; pour l'alumine, le chlorure de cœsium, etc. Les précipités cristallins que l'on examine au microscope sont : le chloro-platinate de potasse, le sulfate double de cérium et de soude, le carbonate de lithine, les sulfates de baryte, de strontiane et de chaux, le phosphate ammoniaco-magnésien, l'alun de cœsium, etc. — Librairie J. Müller, Amsterdam, 1881.

(5) *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France, Minéralogie micrographique,* 1879.

que nous avons obtenus démontrent que, par fusion ignée, le plus grand nombre des microlithes produits appartiennent aux types anciennement établis. D'abord l'albite ne se produit pas, et les mélanges correspondant aux formules (1 : 3 : 11), (1 : 3 : 10), ne laissent cristalliser que des microlithes d'oligoclase caractérisés par leur extinction à 0°. Le mélange (1 : 3 : 8) est encore caractérisé par la prédominance des extinctions à 0°, mais présente quelques microlithes s'éteignant à 30° comme le labrador. Le mélange (1 : 3 : 7) contient déjà une telle proportion de microlithes s'éteignant à 30° qu'il est difficile de le distinguer du labrador pur. De même le maximum afférent au mélange (1 : 3 : 5) passe brusquement de 30 à 45° et témoigne ainsi de la présence de l'anorthite. Pratiquement, pour les microlithes de fusion purement ignée, on peut donc se contenter de la considération des types qui correspondent à l'oligoclase, au labrador et à l'anorthite.

Les macles suivant la loi de l'albite sont les plus fréquentes et très caractéristiques; celle de Baveno se présente souvent aussi.

L'emploi de la lame de quartz montre que, pour l'oligoclase et le labrador, dans toutes les sections de la zone pg' le plus grand axe d'élasticité est toujours voisin de la direction d'allongement. Il en résulte que, la lame de quartz étant par exemple dirigée N. E. et donnant une couleur rouge entre les nicols croisés, tous les microlithes allongés suivant la direction N. E. se colorent en jaune, et tous les microlithes N. O. en bleu. Il y a, au contraire, mélange de couleurs pour l'anorthite.

L'oligoclase est inattaquable à l'acide chlorhydrique; le labrador s'attaque très difficilement, l'anorthite se gélatinise.

NÉPHÉLINE. — Incolore, dépourvue de rugosité et de relief. Formes hexagonales et rectangulaires courtes.

Les couleurs de polarisation sont très pâles; les sections hexagonales se montrent constamment éteintes; les sections rectangulaires s'éteignent parallèlement aux côtés.

La lumière convergente donne les caractères des cristaux à un axe, et son emploi combiné avec celui de la lame de quartz montre que cet axe est négatif.

La néphéline est aisément attaquable aux acides et fait gelée.

LEUCITE. — Incolore, sans rugosité ni relief. Cristaux à formes pseudo-cubiques, présentant les faces b^1 de l'octaèdre a^1 et du di-octaèdre a_2.

Les couleurs de polarisation sont extrêmement faibles; la lame de quartz est utile pour déceler les macles multiples. Elle paraît indiquer que la leucite est négative.

Attaquable aux acides.

PYROXÈNE. — Brunâtre ou jaune verdâtre; rugosité faible. Relief sensible. Clivages mm bien marqués, mais souvent interrompus. Allongement suivant l'arête mm.

Polychroïsme insensible en plaque mince. Couleurs de polarisation assez vives dans les teintes jaunes. Maximum d'extinction à 39° dans la zone d'allongement.

La lumière convergente montre que le plan des axes optiques est parallèle à l'allongement.

Le pyroxène est sensiblement inattaquable à l'acide chlorhydrique.

ENSTATITE. — Jaune clair; rugosité faible, relief sensible. Formes rectangulaires; clivages très marqués parallèles à l'allongement et cassures transversales; le clivage g^1 donne aux sections allongées une apparence cannelée.

Couleurs vives de polarisation, dans les teintes jaunes; extinctions longitudinales. L'hypersthène se distingue par sa couleur brune et son polychroïsme sensible.

Plan des axes optiques parallèle à l'allongement.

L'enstatite est inattaquable aux acides.

PÉRIDOT. — Incolore, en lame mince, rugueux, doué d'un relief très sensible. Forme prismatique pg^1, surmontée d'un pointement assez aigu $g^3a^1h^1$. Deux clivages rectangulaires g^1h^1, très marqués dans les produits artificiels.

Les couleurs de polarisation sont très vives, bleues, jaunes ou rouges. Les extinctions se font fréquemment suivant l'allongement, qui est sensible parallèlement à pg^1.

Le plan des axes optiques, parallèle à h^1, est perpendiculaire à l'allongement; c'est un caractère distinctif net entre le péridot et le pyroxène ou l'enstatite.

Le péridot est facilement attaquable aux acides et fait gelée.

MÉLILITE. — Brun foncé; relief et rugosité médiocres. Formes rectangulaires très allongées ou quadratiques. Cannelures en long.

Polychroïsme très peu marqué.

Couleurs vives de polarisation. Extinctions longitudinales.

Un seul axe optique.

Attaque facile aux acides avec production de gelée.

Nos expériences ont eu pour but la reproduction de roches appartenant à des types naturels bien connus et dont nous avons défini la composition minéralogique et la structure dans notre minéralogie micrographique; nous suivrons ici l'ordre qui y est adopté, en commençant par les roches à *structure trachytoïde*.

I. — *Andésites et porphyrites andésitiques* (1). — On obtient ce produit très bien cristallisé et avec sa structure normale, dans ses éléments fondamentaux qui sont ceux de seconde consolidation, en fondant un mélange de 4 parties d'oligoclase pour 1 d'augite. Le recuit dure trois jours et se fait avec le mode opératoire n° 3, à flamme modérée.

Les microlithes d'oligoclase ont en moyenne 0mm,25 de longueur, sur 0mm,015 d'épaisseur; ils sont maclés suivant la loi de l'albite; leur groupement se fait en faisceaux parallèles ou parfois radiés. Cependant le plus grand nombre des plaques les montre distribués sans ordre apparent.

L'augite est en microlithes jaune pâle, d'environ 0mm,06 de longueur sur 0mm,02 de largeur. Ils sont distribués sans ordre au milieu des microlithes de feldspath; cependant le sens de l'allongement est le même pour les deux minéraux.

Quelques octaèdres de fer oxydulé se sont développés aux dépens du fer du pyroxène employé.

(1) F. Fouqué et Michel Lévy, *Comptes rend.*, t. LXXXVII, p. 700, 1878.

Dans une des expériences, par suite de l'introduction d'un léger excès de chaux (environ un cinquantième), il s'est produit quelques groupes de microlithes de labrador, et alors il est à remarquer que l'augite s'est développé plus abondamment autour de ces microlithes qu'auprès de ceux d'oligoclase.

Nous avons encore produit une andésite augitique en fondant un mélange de 10 parties d'oligoclase et de 1 partie d'amphibole; l'amphibole s'est donc transformée en pyroxène.

II. — *Labradorite et porphyrite labradorique* (1). — Nous avons obtenu un produit normal en fondant un mélange de 3 parties de labrador et 1 partie d'augite. Recuit de 3 jours avec le mode opératoire n° 3 à flamme modérée.

Les microlithes de labrador ont $0^{mm},25$ sur $0^{mm},025$; ils sont un peu plus larges que ceux d'oligoclase et les macles, suivant la loi de l'albite, y sont plus marquées et plus nombreuses.

Les microlithes d'augite, jaune brunâtre, sont plus raccourcis que dans l'andésite artificielle ; leurs dimensions moyennes sont $0^{mm},050$ sur $0^{mm},025$. Ils possèdent les clivages et les cassures transversales des microlithes naturels dans les roches similaires.

Le fer oxydulé, assez abondant, est en octaèdres de $0^{mm},01$ de diamètre.

Les groupements sont analogues à ceux de l'andésite.

Quand on fond la roche d'Odegaarden près Bamle (à wernésite et amphibole), on obtient après recuit une labradorite augitique bien caractérisée, qui ne diffère de la précédente que par le développement de quelques prismes bruns très allongés de mélilite.

III. — *Roche à microlithes de pyroxène et d'anorthite.* — Cette roche, rare dans la nature, s'obtient aisément par voie artificielle. Nous en reparlerons à propos de la roche à structure ophitique correspondante.

IV. — *Basalte et mélaphyre labradoriques* (2). — Nous avons divisé l'opération en deux temps. La matière employée est un verre noir, parfaitement homogène, constitué de manière à présenter en bloc la composition moyenne d'un basalte riche en olivine (6 d'olivine, 2 d'augite, 6 de labrador). Dans le premier temps, qui a duré quarante-huit heures, nous avons maintenu le creuset de platine contenant le verre en question au rouge blanc, c'est-à-dire au-dessus de la température de fusion du pyroxène et du labrador, suivant le mode opératoire n° 2 à flamme modérée. Après avoir prélevé une prise d'essai, nous avons, dans un second temps, maintenu le culot au rouge cerise pendant quarante-huit heures, suivant le mode opératoire n° 4.

La première phase de l'opération a fourni de nombreux cristaux de péridot englobés dans un magma vitreux brunâtre. Vus en plaque mince à la lumière naturelle, ces cristaux incolores possèdent l'apparence chagrinée et les formes habituelles de l'olivine; ils sont allongés suivant l'arête pg^1 et présentent les pointements g^3, a^1 et parfois h^1. Ils ont en moyenne $0^{mm},5$ de longueur, $0^{mm},2$ de largeur. Les clivages h^1 et g^1 sont très marqués, comme d'ailleurs dans les échantillons les mieux cristallisés et les plus intacts des basaltes naturels. Entre les nicols croisés, en lumière parallèle, ils présentent des colorations très vives, pour l'épaisseur habituelle des plaques minces ($0^{mm},01$), et leurs sections symétriques s'éteignent parallèlement à leur longueur. En lumière convergente, ils offrent les figures des cristaux à deux axes, et le plan des axes optiques est perpendiculaire au sens de l'allongement, c'est-à-dire parallèle à h^1. Ils sont facilement attaquables aux acides.

En même temps que le péridot, il y a eu cristallisation d'octaèdres de fer oxydulé et de picotite, d'un diamètre moyen de $0^{mm},02$.

La seconde phase de l'opération a produit de nombreux microlithes de labrador ($0^{mm},15$ sur $0^{mm},03$), allongés suivant l'arête pg^1, maclés suivant la loi de l'albite, présentant des extinctions dont la valeur maxima atteint 30°, et qui sont associés à des microlithes raccourcis d'augite ($0^{mm},05$ sur $0^{mm},025$) et de fer oxydulé avec picotite ($0^{mm},005$). Il reste en outre un peu de matière amorphe.

Nous remarquerons que le péridot présente par place des formes naissantes qui peuvent expliquer quelques-unes des particularités des cristaux naturels, et notamment les inclusions vitreuses qu'on y observe. Il se montre parfois en cristaux réduits à leur partie périphérique ou encore en agglomérations synthétiques composées de petits cristaux offrant tous la même orientation et préparant l'individualisation d'un grand cristal unique.

Le fer oxydulé s'est produit pendant les deux phases de l'opération; ce n'est donc pas à sa température de fusibilité qu'il faut rapporter sa cristallisation, mais à un rapprochement de ses éléments chimiques, favorisé par le départ des autres silicates cristallisés. Il est ici associé à des octaèdres de picotite, transparents et d'un brun foncé.

En résumé, nous avons produit, en culot d'environ 14 grammes, un basalte artificiel, identique, à tous les points de vue, avec certains basaltes naturels, et en particulier avec celui des plateaux de l'Auvergne. Il est vrai que notre produit ne contient pas d'eau; mais les recherches microscopiques ont montré que celle des basaltes naturels était liée à l'existence d'altérations secondaires dont le péridot est principalement l'objet. Notre expérience résout donc définitivement la question de l'origine des basaltes : ce sont des roches de formation purement ignée.

V. — *Néphélinite* (1). — Un mélange de 3 parties de néphéline et de 1,3 d'augite nous a donné, après fusion et recuit de deux jours, suivant le mode opératoire n° 4, une association de microlithes de néphéline et d'augite.

La néphéline, en prismes hexagonaux raccourcis ($0^{mm},02$), polarise faiblement et se montre entourée de petits cristaux assez allongés d'augite jaune verdâtre ($0^{mm},01$ sur $0^{mm},004$).

(1) F. Fouqué et Michel Lévy, *Comptes rend.*, t. LXXXVII, p. 779, 1878. — *Bull. Soc. min.*, p. 109. 1879.

(2) Id., *Comptes rend.*, t. XCII, p. 367, 1881.

(1) F. Fouqué et Michel Lévy, *Comptes rend.*, t. LXXXVII, p. 961 1878.

Il y a, en outre, quelques microlithes de pyroxène de plus grande taille. La consolidation de ce minéral est nettement postérieure à celle de la néphéline.

Quand on diminue la dose de pyroxène, ce minéral ne se produit plus; un mélange de 10 parties de néphéline pour 1 d'augite nous a donné une association de beaux cristaux de néphéline, de petits octaèdres de spinelle et de dodécaèdres brunâtres isotropes de grenat mélanite.

VI. — *Leucitite* (1). — Le mélange employé se compose de 9 parties de leucite et de 1 d'augite. Après fusion, il a été recuit trois jours avec le dispositif n° 2. Il s'est produit un culot formé de cristaux de leucite entourés d'une couronne de cristaux d'augite et de fer oxydulé. Le plus souvent l'augite est en microlithes allongés tangentiellement à la leucite; quelques-uns cependant sont implantés radialement.

Les facettes de la leucite sont nettement indiquées; cependant les angles sont arrondis comme dans les cristaux naturels. L'emploi de la lame de quartz y décèle les macles habituelles. Les cristaux de leucite ont en moyenne $0^{mm},06$ de diamètre.

Ceux du pyroxène ont une longueur de $0^{mm},025$ sur $0^{mm},003$; ils sont très allongés et verdâtres comme ceux des leucitites naturelles et se distinguent ainsi des microlithes d'augite basaltiques, brunâtres et raccourcis.

Le fer oxydulé est très petit ($0^{mm},005$).

Dans cette expérience, nous n'avons pas recouru au double recuit indispensable pour obtenir une belle cristallisation de deux minéraux, dont la fusibilité est aussi différente que celle de la leucite et du pyroxène. L'aspect du produit montre que l'augite a cristallisé brusquement; en quelques points de la préparation, il fait complètement défaut et se trouve remplacé par un verre de même couleur que lui. La leucite contient près de sa périphérie des inclusions de ce verre.

VII. — *Leucotéphrite* (2). — Pour obtenir dans une même association la leucite et les feldspaths, il faut recourir au double recuit.

On fond en un verre homogène les éléments chimiques du mélange; puis on scinde en deux temps l'opération qui doit amener la formation des cristaux. On maintient d'abord pendant quarante-huit heures le culot au rouge blanc (dispositif n° 2); les éléments de la leucite s'isolent et passent à l'état cristallin. Puis, dans un second temps, la matière est maintenue pendant quarante-huit heures au rouge cerise (dispositif n° 4), à une température légèrement inférieure à celle de la fusion du felspath cherché. Tout le culot se prend alors en une masse cristalline.

Nous avons traité ainsi un mélange de silice, d'alumine, de potasse, de soude, de magnésie, de chaux et d'oxyde de fer, représentant 1 partie d'augite, 4 de labrador et 8 de leucite. Les culots obtenus réduits en lames minces nous ont montré au microscope l'augite, le labrador et la leucite, sensiblement dans les proportions attendues; il s'est produit en outre de petits octaèdres réguliers de fer oxydulé et de picotite, dont la consolidation est en partie antérieure même à celle de la leucite, comme dans les roches naturelles.

L'augite est en petits microlithes verts, allongés suivant h^1g^1; le labrador en grands microlithes maclés suivant la loi de l'albite et allongés parallèlement à pg^1. La leucite se présente en grands et petits trapézoèdres à a^2, a_2, b^1; quelques échantillons permettent une mesure très approximative des angles.

Tous ces minéraux possèdent les propriétés optiques qui caractérisent leurs similaires naturels; un grand nombre de cristaux de leucite présentent notamment les macles alternantes suivant les faces de l'octaèdre b^1; l'interposition d'une lame de quartz rend ces macles très apparentes.

Quand on arrête l'opération au bout du premier temps, c'est-à-dire après vingt-quatre heures de chauffe au rouge blanc, on retire un culot à fond vitreux, hérissé de petites sphérules blanchâtres de leucite; pendant le refroidissement, au milieu des parties d'apparence vitreuse, on voit brusquement de nouvelles sphérules se développer, comme si les éléments constitutifs de la leucite, déjà groupés entre eux, n'attendaient qu'une température favorable pour manifester leur individualité cristalline. Il est à remarquer que ce phénomène ne se produit qu'après maintien, pendant vingt-quatre heures, du mélange à haute température.

Les culots obtenus après vingt-quatre heures de chauffe ne contiennent aucune trace de labrador cristallisé; les éléments de ce minéral sont restés à l'état vitreux. Mais le verre contient déjà, en même temps que la leucite, de petits octaèdres de spinelle; de plus, il s'y développe, en quelques secondes, au moment de la consolidation définitive, d'innombrables petits microlithes d'augite qui viennent hérisser particulièrement la surface de la leucite et qui se développent aussi au sein des inclusions vitreuses disposées souvent en couronnes dans l'intérieur des cristaux de leucite. C'est vraisemblablement là l'explication de l'englobement d'un minéral aussi fusible que l'augite dans un minéral aussi réfractaire que la leucite.

Il se produit en outre des cristallites de leucite dont la symétrie est quadratique et dont chaque élément est négatif.

Dans le culot définitif, après son double recuit, les cristaux de leucite ont en moyenne $0^{mm},35$, ceux de fer oxydulé du premier temps $0^{mm},01$; les microlithes de labrador ont $0^{mm},05$ sur $0^{mm},02$; ceux d'augite, $0,^{mm}025$ sur $0^{mm},005$; enfin ceux de fer oxydulé du second temps, $0^{mm},003$.

VIII. — *Lherzolithe.* — Le procédé que nous avons employé pour arriver à la reproduction de la lherzolithe n'est autre que celui qui a été employé avant nous par M. Daubrée. La cristallisation des éléments de cette roche, péridot, enstatite, pyroxène, picotite, s'obtient aisément. Si l'on prolonge suffisamment le recuit et qu'on évite un refroidissement trop brusque, l'enstatite s'y montre en prismes raccourcis et non en longues aiguilles.

Mais il reste toujours une différence essentielle entre ce produit et la lherzolithe; la picotite naturelle, au lieu d'y être en grandes plages de formes irrégulières, s'y montre partout disséminée en petits octaèdres, à la façon des microlithes de

(1) Id., *Bull. Soc. min.*, p. 109, 1879.

(2) F. Fouqué et Michel Lévy, *Comptes rend.*, t. XC, p. 698, 1880.

fer oxydulé. De plus, les inclusions vitreuses sont beaucoup plus abondantes et de plus grosse taille dans les minéraux intégrants du produit artificiel que dans ceux de la roche naturelle.

IX. — *Météorites dépourvues de feldspath.* — En tenant compte des réserves déjà faites, nous avons reproduit deux types de ces météorites; le premier, celui de la météorite de Rittersgrün, l'autre, celui de la météorite de Kragujevatz. La composition minéralogique de ces deux météorites est la même; l'une et l'autre contiennent du péridot, de l'enstatite, du pyroxène magnésien et du fer natif.

La différence entre les deux échantillons provient de l'abondance relative du pyroxène magnésien dans le premier type et de sa rareté dans le second.

Le péridot et l'enstatite n'offrent aucun caractère particulier, qui mérite ici une mention spéciale. Il n'en est pas de même du pyroxène magnésien qui diffère considérablement des types habituellement décrits. Ce corps a été obtenu pour la première fois par *Ebelmen* (1) au moyen d'une fusion dans l'acide borique; il en a déterminé certains angles et vérifié la composition par l'analyse chimique. D'après sa description, c'est un diopside purement magnésien; mais ce minéral pourrait être également considéré comme un corps rhombique, tel que l'enstatite, si ses propriétés optiques et ses macles n'en faisaient nettement un minéral monoclinique.

Nous sommes arrivés à cette conclusion par l'étude microscopique des échantillons d'Ebelmen, et nous ajouterons ici que le corps récemment obtenu par M. Stanislas Meunier (2), et décrit par lui sous le nom d'enstatite, se rapporte par toutes ses propriétés au même pyroxène.

Le caractère essentiel de ce pyroxène magnésien est de présenter de nombreuses macles suivant la face d'association h'. Quand les cristaux sont couchés sur la face g', les extinctions des lamelles hémitropes se font symétriquement de part et d'autre de la ligne de macle, sous un angle de 28° environ. La multiplicité de ces lamelles est telle qu'entre les nicols croisés, elle peut être comparée à celle des feldspaths tricliniques. Quand le plan des axes optiques est visible, il est parallèle aux traces des clivages faciles et des macles.

L'enstatite s'éteint au contraire suivant sa longueur et ne résente pas de macles apparentes.

Nous avons reproduit le type de Kragujevatz en fondant un mélange de 12 grammes de silice, 3 grammes de magnésie et 5gr,55 de sesquioxyde de fer. La simple fusion à haute température, suivie d'un refroidissement brusque, suffit pour donner au culot une texture cristalline, visible à l'œil nu et présentant les longues aiguilles d'enstatite déjà signalées par M. Daubrée. Mais les plaques taillées dans un pareil culot montrent que les cristaux y sont encore à l'état d'arborisations. Pour obtenir des cristaux mieux développés, il convient de procéder à un recuit prolongé, avec le dispositif n° 3°, pendant deux ou trois jours. On obtient alors des culots dont la ressemblance avec les météorites est frappante.

Leurs plaques minces montrent une mosaïque irrégulière de cristaux d'enstatite (0mm,300 sur 0mm,105) et de péridot (0mm,120). Il y a en outre quelques plages assez petites de pyroxène magnésien, paraissant mouler les autres éléments.

Les cristaux d'enstatite et de péridot sont arrondis et enchevêtrés à la façon des éléments des roches granitoïdes.

Le fer oxydulé est en amas granuleux, moulés sur les autres éléments de la roche, ou en grains inclus. Il est visible qu'il a continué à se produire durant tout le temps de l'opération.

De même que les météorites, notre produit présente, sous le rapport de la grosseur du grain, une hétérogénéité remarquable; au milieu de plages à grands cristaux, se voient d'autres plages composées d'une fine mosaïque d'éléments dont les dimensions n'excèdent pas 0mm,020; l'enstatite y domine.

Enfin on y voit certaines cavités grossièrement sphériques, parfois en partie comblées par une cristallisation formée principalement d'enstatite en petits cristaux assez allongés, ce qui rappelle encore les petits amas globuleux de la météorite de Kragujevatz, et la victorite de M. Stanislas Meunier.

Pour identifier le produit naturel et le produit artificiel, on voit qu'il ne manque que la structure bréchiforme et la présence du fer natif à la place du fer oxydulé. Or cette dernière transformation s'effectue aisément, sans changement dans la structure du produit, si l'on fait passer pendant quelques heures un courant de gaz d'éclairage sur le culot chauffé au rouge sombre.

La réduction de l'oxyde de fer est attestée par le dépôt de cuivre dont se recouvrent les plaques soumises à l'action d'une goutte de dissolution de sulfate de cuivre; elle a lieu dans toute la masse, et le fer, qui n'est nullement réuni en globules fondus, conserve la disposition en amas irréguliers qu'affectait précédemment le fer oxydulé.

Un autre caractère commun des météorites et de nos produits est la présence des inclusions vitreuses dont quelques-unes avec bulles. Nous remarquerons que les mêmes inclusions se retrouvent dans tous les minéraux formés par voie de fusion et en particulier dans le produit d'Ebelmen, tandis que le pyroxène magnésien formé par l'action du chlorure de silicium sur le magnésium, en présence de la vapeur d'eau, n'en présente aucune trace.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons employé un mélange de 6 grammes de silice, 3 grammes de magnésie et une quantité de sulfate de fer ammoniacal correspondant à 1gr,8 de protoxyde de fer. Le culot produit se compose principalement de péridot et de pyroxène magnésien; il y a en outre de l'enstatite et du fer oxydulé. C'est là une association tout à fait analogue à certaines parties de la météorite de Rittersgrün.

Le pyroxène magnésien se présente en plages de 0mm,30 sur 0mm,10 environ; ses lamelles hémitropes ont une épaisseur maxima de 0mm,005. Il moule habituellement les autres élé-

(1) *Ann. de ph. et de ch.*, t. XXXIII, p. 34 et suiv., 1851.

(2) *Action du chlorure de silicium sur le magnésium, en présence de la vapeur d'eau.* — *Comptes rend.*, t. XC, p. 349, 1880.

ments de la roche et paraît de dernière consolidation; dans la météorite de Rittersgrün, la différence entre les divers temps de consolidation est moins nette. Le pyroxène de nos produits artificiels est incolore comme le diopside d'Ebelmen; il possède les mêmes macles et les mêmes angles d'extinction; la proportion de fer qu'il renferme ne peut être très considérable, et dans tous les cas, il y a absence totale de chaux. Constamment associé à l'enstatite, il paraît la remplacer plus ou moins complètement suivant la température qui a présidé à la cristallisation.

M. Tschermak avait déjà signalé, dans la météorite de Shergotty (Indes), un augite remarquablement pauvre en chaux.

Le péridot est en grains d'environ 0mm,05. L'enstatite a en moyenne 0mm,200 sur 0mm,125. Le fer oxydulé en agrégats très variables de dimension oscille entre 0mm,005 et 0mm,10.

X. — *Météorites feldspathiques.* — Certaines météorites naturelles contiennent des microlithes d'anorthite; ces roches, dont le type est fourni par la météorite de Juvinas (Ardèche)' ont reçu de Gustave Rose le nom d'*Eukrites*. Le feldspath, l'enstatite et le pyroxène s'y associent de façon à présenter par places la structure ophitique, dont il sera parlé en détail dans le paragraphe suivant. Nous renvoyons à ce paragraphe pour la description de l'association d'anorthite, de pyroxène et de fer oxydulé, qui par sa composition et par ses traits essentiels de structure peut être assimilée à la météorite de Juvinas.

Il nous a paru intéressant de reproduire aussi l'association de péridot et d'anorthite, dont les météorites connues sous le nom de *Howardites* présentent un type naturel (Le Teilleul, Manche). Nous avons fondu à cet effet un mélange de :

Silice	6 grammes.
Alumine	2,60
Magnésie	1,50
Carbonate de chaux	2,50
Sesquioxyde de fer	4.00

Le recuit a été effectué en deux temps, comprenant quarante-huit heures avec le dispositif n° 2 et quarante-huit heures avec le n° 3.

Les plaques minces montrent une association d'anorthite, d'enstatite, de péridot et de fer oxydulé, à structure ophitique bien caractérisée. L'anorthite est en microlithes (0mm,12 sur 0mm,02) allongés suivant pg^1, et présentant de beaux exemples des trois macles de Baveno, de Carlsbad et de l'albite.

Le péridot est généralement en cristaux distincts, présentant ses formes caractéristiques; il est incolore et moule parfois l'anorthite. Il a en moyenne 0mm,250 sur 0mm,120.

L'enstatite est en grandes plages (0mm,40 sur 0mm,15), englobant les cristaux d'anorthite; sa couleur jaunâtre le fait aisément distinguer du péridot à la lumière naturelle.

Le fer oxydulé est en octaèdres nets (0mm,075), parfois groupés en belles arborisations rectangulaires. En quelques points, il moule les cristaux d'anorthite.

La facilité avec laquelle la fusion ignée, suivie d'un recuit convenable, amène la reproduction des principaux types des sporadosidères, montre que les météorites, composées surtout de silicates, doivent le développement de la plupart de leurs minéraux à une seule et même cause. La fusion et le refroidissement lent suffisent en effet pour reproduire les principaux détails de structure des météorites naturelles et le fer peut y prendre naissance par l'action de gaz réducteurs sur le fer oxydulé, à une température relativement assez basse.

Les expériences de M. Daubrée ont démontré que les différents alliages de fer nickelé peuvent résulter de la réduction de minéraux divers et même terrestres. Quant aux sulfures et aux phosphures que l'on rencontre quelquefois dans les météorites, ils peuvent avoir été produits par des causes analogues à celles qui développent accidentellement la pyrite dans le basalte.

XI. — *Diabases et dolérites à structure ophitique (ophites)* (1). — Parmi les roches cristallines, les ophites constituent l'un des types les plus importants par leur abondance et dont le mode de formation a été le plus controversé. On les a parfois considérées comme des roches métamorphiques (2) et les géologues, qui regardent leur origine éruptive comme démontrée, ne les ont jamais assimilées jusqu'à présent aux roches volcaniques de fusion purement ignée. Nos expériences synthétiques tranchent la question et démontrent que les roches microlithiques et ophitiques ont une seule et même origine.

On sait (3) que ces roches sont caractérisées par le développement de microlithes de feldspath triclinique moulés et souvent englobés par des plages étendues de pyroxène. Les microlithes d'augite des roches trachytoïdes semblent donc avoir eu, dans les ophites, le temps de s'agglomérer après la consolidation du feldspath, pour constituer de grands cristaux. L'apparence de ces cristaux d'augite est donc celle des grands cristaux de première consolidation des roches trachytoïdes, bien qu'ils soient seulement les analogues des microlithes du second temps de consolidation.

Il s'agissait de faire cristalliser le feldspath antérieurement à l'augite et en outre de donner à ce dernier minéral le temps de se disposer en cristaux de grande taille. L'expérience est difficile avec le labrador et l'oligoclase, à cause des limites trop restreintes dans lesquelles on doit maintenir la température pour obtenir la cristallisation du feldspath, l'augite étant encore fluide.

Mais avec un mélange d'anorthite et d'augite, toute difficulté disparaît. Nous avons opéré une première fois avec 1 d'anorthite et 2 d'augite, une seconde fois avec parties égales. Un premier recuit, qui dure quatre jours avec le dispositif n° 2, amène la cristallisation de l'anorthite; un second recuit de quatre jours avec les dispositifs nos 3 ou 4 donne à l'augite la structure cherchée.

Le dispositif n° 3 produit la structure ophitique dans toute la masse; avec le dispositif n° 4 on ne l'obtient que dans les

(1) F. Fouqué et Michel Lévy, *Comptes rend.*, t. XCII, p. 890, 1881.
(2) Virlet d'Aoust, *Bull. Soc. géol.*, t. XXII, 1864-65, p. 321.
(3) *Soc. géolog. de France*, t. VI, p. 156, 1877.

parties les plus fortement chauffées; mais cette seconde façon d'opérer donne des produits intéressants, en ce qu'ils montrent dans une même plaque le passage de la structure ophitique à la structure microlithique.

Les microlithes d'anorthite sont en général dix fois plus longs que larges; leur longueur moyenne est de 0mm,400; ils sont maclés suivant la loi de l'albite et parfois suivant celle de Baveno. L'augite, en grandes plages, a un diamètre moyen de 0mm,750. Ces deux minéraux contiennent des octaèdres de picotite et de fer oxydulé d'environ 0mm,015.

Dans l'ophite labradorique dont nous avons également tenté la reproduction, les microlithes de labrador sont de plus petite taille; nous n'avons pu obtenir ce produit sans mélange de la structure ophitique avec la structure trachytoïde.

Jusque dans ces derniers temps, on ne connaissait les ophites que dans des régions éloignées des centres volcaniques, telles que les Pyrénées, la Bretagne, les mines de diamants du Cap. Il existe aussi des mélaphyres à structure ophitique appartenant à la série permienne de l'Esterel. Mais l'observation la plus topique à ce point de vue est due à M. Bréon ; dans la mission qu'il vient de remplir en Islande, il a trouvé, dans ce pays essentiellement volcanique, des assises nombreuses et puissantes de dolérites ophitiques, alternant avec des labradorites et présentant des structures de passage d'une roche à l'autre. Il a même montré que, de nos jours, il se produit encore en Islande des coulées de roches à structure ophitique.

Il y a donc ici accord entre l'observation et la synthèse.

Inclusions vitreuses (1). — Dans tous nos produits, nous avons trouvé des inclusions vitreuses avec et sans bulles de gaz; quelques-unes représentent en creux la forme cristalline du minéral qui les renferme. C'est un fait identique à ce qui s'observe dans les produits naturels, et c'est aussi un des phénomènes caractéristiques des formations de voie ignée.

Expériences négatives et tentatives infructueuses. — Nous n'avons cité jusqu'à présent que celles de nos expériences qui nous ont conduits à des résultats positifs. Nous avons vainement cherché à reproduire par fusion ignée les roches à quartz, orthose, albite, mica blanc, mica noir et amphibole.

Le quartz, à haute température, perd avant de fondre son action sur la lumière polarisée. Cependant en fondant parties égales de silice et de pyroxène, d'enstatite ou d'hypersthène et recuisant quarante-huit heures avec le dispositif n° 2, puis quarante-huit heures avec le n° 3, nous avons obtenu des produits entièrement cristallisés dans lesquels une variété de silice cristalline se montre associée à l'un des trois bisilicates précités.

C'est même grâce à cet excès de silice que nous avons pu obtenir la reproduction de l'hypersthène; car, sans cet excès, le fer ne s'incorpore pas dans le bisilicate et cristallise isolément à l'état de fer oxydulé.

(1) F. Fouqué et Michel Lévy, *Bull. Soc. min.*, p. 110, 1879.

La silice constitue, dans ces divers cas, de longs microlithes incolores, ayant en moyenne 0mm,5 sur 0mm,03; quelques-uns ont jusqu'à un millimètre et demi de longueur. Ils présentent des cassures transversales comme la sillimanite, et leurs pointements ne sont pas déterminables. Les couleurs de polarisations sont à peu près celles des microlithes de feldspath. L'extinction se fait toujours suivant la longueur; l'emploi de la lame de quartz décèle que l'axe d'élasticité parallèle à la longueur est toujours plus grand que le transversal.

Une attaque prolongée à chaud par l'acide hydro-fluosilicique dissout le bisilicate et laisse intacte la majeure partie de ces microlithes siliceux. Après lavage, le résidu se montre au microscope exclusivement composé des débris de ces cristaux qui ont conservé leur action sur la lumière polarisée, mêlés à une petite quantité de silice gélatineuse. Ce résidu, traité par l'acide fluorhydrique pur, se dissout et se volatilise intégralement.

On a donc affaire ici à une variété de silice cristallisée engendrée à haute température et que l'on peut assimiler soit à des prismes d'asmannite, soit à des lamelles de tridymite vues sur leur tranche. Nous ne pouvons pas résoudre rigoureusement cette question. Cependant les clivages transversaux, l'absence totale de lamelles hexagonales couchées à plat dans les plaques minces, enfin la forme souvent allongée des débris isolés par l'acide hydro-fluosilicique militent en faveur de la forme prismatique allongée.

L'association de ces microlithes siliceux avec les bisilicates se fait avec l'apparence caractéristique de la structure ophitique, ce qui montre nettement que la silice libre a cristallisé la première à une température voisine de la fusion du platine.

L'orthose fondu et recuit présente entre les nicols croisés des phénomènes optiques dont nous nous occupons à propos des expériences relatives à la reproduction de ce minéral. L'*albite*, dans les mêmes conditions, ne donne qu'un verre contenant parfois quelques rares microlithes à teintes de polarisation pâles, allongés suivant le plus petit axe d'élasticité et s'éteignant à 7 ou 8° du sens de la longueur. Le *mica noir* donne une masse cristalline principalement composée de cristaux orthorhombiques (à deux axes), de couleur brune, sensiblement polychroïques, palmés et finement feuilletés ; à ces cristaux sont associés quelques longs microlithes incolores, à vives couleurs de polarisation, dont les extinctions atteignent 12 à 15°.

Nous avons fondu successivement le *microcline* avec le *mica blanc*, le *mica noir*, *l'oligoclase*, la *néphéline* et *l'augite*. Après recuit nous avons obtenu les résultats suivants :

Avec le *mica blanc*, on ne produit qu'un verre isotrope.

L'*oligoclase*, la *néphéline* et *l'augite* cristallisent au sein d'un magma vitreux, en présentant chacun leurs propriétés caractéristiques, et sans aucune indication de feldspath monoclinique. Encore convient-il de remarquer qu'il faut beaucoup prolonger le recuit et que les cristaux affectent des formes arborescentes ou cristallitiques.

Quand on fond un mélange de 4 parties de *microcline*,

et 4, 8 de *biotite* (1), on obtient après recuit un culot cristallin composé de leucite, de péridot, de mélilite et de fer oxydulé, c'est-à-dire une variété de leucitite à péridot.

La *wernérite* (1 : 2 : 6, dipyre) se transforme par fusion ignée et recuit en labrador; nous avons vu qu'une association naturelle *d'amphibole* et de *wernérite* donne une *labradorite augitique*.

De même, un mélange *d'amphibole* et *d'oligoclase* se transforme en *andésite augitique*.

Ces expériences négatives prouvent que les roches naturelles à quartz, orthose, mica noir, mica blanc, amphibole, semblent s'être formées d'une autre façon que par la voie ignée pure.

Il nous reste à parler de quelques autres expériences dans lesquelles nous avons essayé de reproduire certains minéraux en substituant à leur base des quantités équivalentes d'autres bases similaires. Des expériences de ce genre nous ont réussi quand on maintient le type chimique du minéral; par exemple pour la série feldspathique, quand on cherche à remplacer la chaux par la baryte, la strontiane et l'oxyde de plomb. Mais nous avons vainement tenté de produire un oligoclase purement calcique, une néphéline potassique, une *leucite* sodique. Ou l'on retombe sur des produits naturels différents tels que l'anorthite, ou l'on n'arrive qu'à des verres imparfaits. En se bornant donc aux moyens que la nature est susceptible de mettre en œuvre, on devra reconnaître qu'il est difficile de s'écarter des types déjà connus.

Résumé. — Toute cristallisation d'une roche ignée a commencé au sein d'un magma fondu. La composition minéralogique et la structure d'une pareille roche ne peuvent donc dépendre que de sa composition chimique en bloc et des conditions dans lesquelles s'est opéré le refroidissement. Nous avons vu plus haut quelles variétés de roches peuvent résulter de ce double facteur. Des roches appartenant à l'une des trois séries caractérisées par les structures granitoïde, ophitique ou trachytoïde, ont été obtenues par l'emploi de la voie ignée. Ainsi la lherzolithe appartient à la série granitoïde, nous avons obtenu deux variétés de roches à structure ophitique; mais la majeure partie de nos produits est microlithique et par conséquent appartient à la série trachytoïde.

Il n'y a aucune raison pour qu'à toutes les époques géologiques il n'y ait pas eu de roches de fusion ignée. Cependant deux époques, au moins, nous les présentent avec une abondance particulière : la période permienne et triasique et la période géologique comprise entre le milieu du tertiaire et l'époque actuelle.

A côté des roches de fusion purement ignée il en existe qui offrent avec elles une étroite parenté et pour la reproduction desquelles nos méthodes se sont cependant montrées impuissantes. Telles sont les andésites à amphibole, les trachytes à mica noir et les phonolithes. On peut remarquer que ce sont déjà des roches acides et que le domaine de la voie ignée comprend surtout des roches basiques. On peut encore admettre que la chaleur est intervenue comme agent principal, car les trachytes, les andésites et les phonolithes se rencontrent dans les mêmes gisements que les produits de la voie ignée et font partie des mêmes appareils volcaniques. Mais là commence, par une gradation insensible, une autre série de roches encore plus acides, qui ne se termine qu'au granite et dont le mode de formation est à peu près complètement inconnu.

Quand ce problème ardu sera résolu, alors seulement on pourra songer à établir la classification des roches sur des bases naturelles. La composition en bloc et le mode de formation étant connus, l'association minéralogique et la structure s'en déduiront nécessairement. En attendant, on est obligé de prendre exclusivement ces derniers caractères comme base de classification.

Dans les roches autres que celles de fusion ignée, les influences qui ont présidé à l'origine des produits paraissant de nature très complexe, il en résulte des différences de structure plus marquées. En outre, ces influences ont varié avec l'âge des éruptions et peuvent, jusqu'à un certain point, lui servir de caractéristique. Mais, pour les roches d'origine ignée, les particularités du mode de formation et les variations dans la composition en bloc sont loin de fournir des traits distinctifs concordant aussi nettement avec les différences d'âges.

F. Fouqué.

(1) Silice, 2,00. — Alumine, 0,85. — Sesquioxyde de fer, 0,40. — Magnésie, 1,05. — Potasse, 0,50.

MÉTÉOROLOGIE

Les expéditions polaires internationales.

Si l'on jette les yeux sur une mappemonde et que l'on cherche à limiter la portion de notre planète sur laquelle on pourrait actuellement recueillir d'une manière régulière des documents suffisants pour l'étude d'un point quelconque de la physique du globe, on est frappé de l'énorme étendue qui reste en dehors de nos investigations, et l'on ne s'étonne plus qu'il soit si difficile de formuler des lois quelque peu générales. Dans notre hémisphère, les régions habitées s'étendent à peu près jusqu'au cercle polaire ; mais dans l'hémisphère austral, sauf à la pointe de l'Amérique du Sud et en Nouvelle-Zélande, on n'atteint même pas le parallèle de 40°. Cela fait à peine, pour l'espace sur lequel peuvent être distribués nos observatoires, les trois cinquièmes de la longueur de chaque méridien, et encore cet espace est-il singulièrement réduit par la présence des mers ou de grands continents qui nous sont encore à peu près fermés, comme le centre de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.

Pour remédier à cette insuffisance, on a cherché à profiter de toutes les expéditions lointaines, de ces voyages scientifiques autour du monde où notre marine a cueilli autrefois de si riches moissons, et des expéditions polaires qui, bien qu'ayant pour prétexte la solution de problèmes géographiques, ont surtout, en somme, profité à la physique du globe.

On a réuni de la sorte une foule de documents et mis en évidence bien des particularités curieuses ; mais on ne pouvait guère arriver et on n'est pas arrivé en effet à des conclusions d'un intérêt général. Il faudrait pour cela disposer d'un réseau de stations suffisamment serré pour que tout phénomène observé dans l'une puisse être nettement identifié et suivi dans les autres. C'est ce qu'il a été impossible d'obtenir jusqu'à ce jour avec le système des expéditions isolées, mais ce qui va être enfin réalisé cette année même, grâce à une entente internationale qui est aujourd'hui un fait accompli.

Ce projet, sur lequel une discussion récente a rappelé l'attention, a été proposé, il y a six ans déjà, par Karl Weyprecht, lieutenant de vaisseau de la marine autrichienne, le célèbre explorateur des régions polaires, qui découvrit avec Payer, en 1873, la Terre François-Joseph, à l'est du Spitzberg et au delà du 80e degré de latitude nord. C'est au congrès des naturalistes allemands, tenu à Graz en 1875, que Weyprecht développa pour la première fois ses idées, et dès l'année suivante il en saisit l'Académie des sciences de Paris par l'intermédiaire de notre ambassadeur à Vienne, M. le comte de Vogüé (1). Nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ici les termes mêmes de la lettre de Weyprecht ; on y remarquera, en particulier, une condamnation formelle des expéditions isolées, qui vient malheureusement de trouver une sanction nouvelle dans l'insuccès tout récent de l'expédition de *la Jeannette*.

« En présence de l'intérêt de plus en plus vif qui s'attache aux explorations arctiques..., il me paraît désirable de poser les principes d'après lesquels il faudrait organiser ces expéditions, en vue de leur faire rendre des services scientifiques proportionnés aux sacrifices accomplis, et afin de leur enlever le caractère aventureux qui, s'il stimule agréablement la curiosité du public, ne peut que faire tort à la science.

« Les conditions énumérées ci-après me paraissent répondre aux exigences de ce programme :

« 1° L'exploration arctique est de la plus haute importance pour la connaissance des lois de la nature.

« 2° La découverte géographique effectuée dans ces régions n'a de valeur sérieuse qu'autant qu'elle prépare le terrain pour l'exploration scientifique proprement dite.

« 3° La topographie arctique détaillée est chose accessoire.

« 4° Le pôle géographique n'a pas, pour la science, de valeur plus grande qu'aucun autre des points situés dans les hautes latitudes.

« 5° Les stations d'observations sont, sans égard aux latitudes, d'autant plus favorables, que les phénomènes à étudier y apparaissent avec plus d'intensité.

« 6° Les séries d'observations isolées n'ont qu'une valeur relative.

« On peut exécuter ce programme sans que sa réalisation entraîne cette immense dépense d'argent qui a jusqu'ici été indispensable à presque toutes les expéditions polaires... Point n'est besoin, pour obtenir des résultats scientifiques de haute importance, d'étendre notre terrain d'observations jusqu'aux latitudes les plus avancées. Que si l'on occupait, par exemple, les stations de la Nouvelle-Zemble, du Spitzberg, du Groenland occidental ou oriental, de l'Amérique du Nord à l'est du dédroit de Behring, de la Sibérie à l'embouchure de la Léna, on établirait ainsi une ceinture d'observations autour de toute la région arctique. Il serait extrêmement utile d'installer des stations dans le voisinage des centres d'intensité magnétique. Par les postes déjà créés à proximité du cercle polaire, postes qui demandent simplement un renfort, la communication avec les stations de nos contrées se trouverait établie. Les fonds dépensés pour un seul des voyages de découverte contemporains, entrepris pour atteindre la plus haute latitude, suffiraient pour défrayer pendant une année l'entretien de toutes ces stations réunies.

« La mission de ces expéditions aurait pour objet de procéder pendant une année, avec des instruments identiques et d'après des instructions uniformes, à des observations qui devront, autant que possible, être faites simultanément. On s'appliquerait, en première ligne, aux observations qui intéressent les diverses branches de la physique et de la météorologie ; puis viendraient la botanique, la zoologie et la géologie, et finalement la géographie détaillée.

« Si l'on pouvait établir dans les régions antarctiques mêmes une ou plusieurs stations qui opéreraient simultanément, les résultats à obtenir gagneraient considérablement en importance.

« Les résultats que pourront produire ces expéditions ainsi combinées ressortent de tout ce que nous avons dit précédemment : elles n'excluent nullement les grands voyages d'exploration basés *sur un programme réellement scientifique*. Des observations systématiques et synchroniques sont, indépendamment de tout le reste, à ce point nécessaires, d'une part pour pénétrer plus avant dans l'intérieur des régions arctiques et, d'autre part, pour l'étude du magnétisme terrestre, que, tôt ou tard, on les entreprendra certainement. Elles seules nous montreront de quel côté nous devons diriger nos efforts dans l'avenir.....

« Si l'on ne rompt pas avec les principes posés jusqu'à ce jour, si l'on persiste à entreprendre les explorations arctiques sans système et sans base vraiment scientifique, si la découverte géographique continue d'être le premier but de tous les efforts et de tout le travail, les expéditions auront beau se succéder, elles n'auront guère d'autre résultat que la découverte de quelque coin de terre perdu dans la glace, ou bien on avancera, après des efforts surhumains, de quelques lieues de plus vers le nord, toutes choses presque indifférentes s on les compare avec les grands problèmes scientifiques dont la solution occupe sans cesse l'esprit humain. »

Il est aisé de se convaincre qu'il n'est pas une seule des branches de la physique du globe qui ne doive attendre des résultats du plus haut intérêt à la suite d'observations effectuées, sur le plan de Weyprecht, simultanément et d'une manière uniforme tout autour des régions polaires.

Prenons, par exemple, le magnétisme terrestre, à l'étude

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 19 juin 1876.

duquel on attache de jour en jour plus d'importance, et qui, dans le projet de Weyprecht et dans ceux qui l'ont suivi, a toujours été, à juste titre, placé au premier rang, en tête du programme. On sait que la force directrice que la terre exerce sur l'aiguille aimantée éprouve, dans sa direction comme dans son intensité, des variations incessantes dont les unes sont dites régulières ou périodiques, c'est-à-dire qu'elles se reproduisent de la même manière chaque jour ou chaque année, tandis que les autres, connues sous le nom de variations irrégulières ou de perturbations, se manifestent brusquement à des époques quelconques, et acquièrent souvent une grande amplitude. L'explication de ces deux sortes de variations n'a pas encore été donnée d'une manière satisfaisante; mais plus on les étudie, plus on arrive à soupçonner de nouveaux liens entre le magnétisme et d'autres phénomènes soit terrestres, soit même cosmiques. C'est ainsi qu'il semble que l'amplitude des variations diurnes régulières suive une marche tout à fait semblable à celle de la fréquence des taches qui se montrent sur le soleil. De même, certains météorologistes ont cru reconnaître que les variations irrégulières, les perturbations, sont en relation intime avec la formation et le déplacement des tempêtes, et selon eux on arriverait, par l'étude du magnétisme terrestre, à prévoir les gros temps plus exactement que l'on n'a pu faire jusqu'à ce jour en s'appuyant sur les variations de la pression atmosphérique, du vent et de la température. Toutes ces relations sont-elles bien réelles? Nous n'oserions encore l'affirmer; mais, en tout cas, leur étude s'impose absolument. Où la tenter avec plus de chances de succès que dans les régions polaires? Dans nos pays en effet, les variations accidentelles ou irrégulières sont rares et très faibles, et elles diminuent de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de l'équateur; dans les régions arctiques, au contraire, ces mêmes variations deviennent extrêmement fréquentes et atteignent une amplitude énorme. C'est donc là que leur étude se présente dans les conditions les plus favorables; c'est là qu'il faut aller si l'on veut arriver plus aisément et plus vite à saisir quelques-unes des relations que nous indiquions plus haut.

A côté de l'étude du magnétisme terrestre, vient tout naturellement se placer celle des aurores boréales, cette curieuse manifestation de l'électricité atmosphérique, si rare dans nos contrées, mais qui, au contraire, devient à certaines époques un phénomène très fréquent et presque quotidien dans les régions polaires. Dans quelles conditions se produisent ces aurores? Quelles relations ont-elles avec l'état général de l'atmosphère? Voilà des problèmes que les expéditions polaires ont été jusqu'ici impuissantes à résoudre à cause de leur isolement, et qu'on ne peut aborder que par une étude d'ensemble, telle que celle qui va être commencée cette année.

Citons, en passant, parmi les observations diverses que l'on pourra effectuer dans quelques-unes des stations, la mesure de l'intensité de la pesanteur par le pendule, mesure qui donnerait un nouvel élément, et d'une grande valeur, pour le calcul de l'aplatissement de la terre. Signalons encore l'observation des marées, dont l'importance peut être grande, non seulement au point de vue de la théorie de ce phénomène, mais encore au point de vue de la géographie physique, comme l'ont montré quelques résultats obtenus par Bessels, dans l'expédition du *Polaris*.

Arrivons enfin à la météorologie proprement dite : comme on le voit par ce qui précède, même en dehors de la météorologie, les sujets d'étude ne manqueraient pas et l'on serait encore en droit d'espérer des expéditions polaires une ample moisson de faits intéressants, quand bien même on n'aurait à en tirer aucun résultat météorologique. Mais tel n'est pas le cas, et, bien au contraire, les observations météorologiques très complètes qui figurent au programme des prochaines expéditions sont attendues avec un égal intérêt et par les géographes et par les météorologistes eux-mêmes.

Pour les géographes, la préoccupation constante est avant tout la connaissance exacte de notre terre, de ses mers et de ses continents; aussi la découverte de terres nouvelles et du pôle lui-même est-elle le but qu'ils poursuivent sans cesse. Mais il est bien reconnu maintenant que le succès des expéditions de découverte polaire est lié intimement à la connaissance préalable des conditions climatériques des régions à explorer. Ce n'est que lorsqu'on connaîtra bien ces conditions que l'on pourra déterminer rationnellement quand et de quel côté il conviendra le mieux d'aborder l'éternelle banquise qui nous sépare du pôle. Or, malgré les nombreux hivernages pendant lesquels les explorateurs des régions polaires ont eu tout le loisir de recueillir, au milieu des glaces, des observations météorologiques, le climat des contrées arctiques n'est pas encore bien connu. Il est presque impossible, en effet, de comparer entre elles des observations effectuées à des années différentes et en des points complètement isolés. En cherchant à relier les unes aux autres les températures relevées pendant les divers hivernages des explorations polaires, on s'exposerait, par exemple, à des erreurs du genre de celle qui consisterait à avancer que le mois de décembre est un peu plus chaud à Paris qu'à Naples, sous prétexte que la température moyenne du mois de décembre 1880 a été de 7°,4 à Paris, tandis qu'elle n'a atteint que 6°,8 à Naples en décembre 1879. Pour arriver à la connaissance du climat des régions polaires, connaissance qui est indispensable au succès des futures expéditions de découverte, il faut, comme cela va être fait enfin, observer simultanément tout autour du pôle pendant une année au moins, et l'on pourra obtenir alors des notions de quelque valeur sur le régime général des régions arctiques.

Restent les météorologistes : pour faire comprendre qu'ils espèrent quelque chose des observations projetées tout autour du pôle, il suffirait peut-être de remarquer que ce sont précisément tous les directeurs des services météorologiques officiels de l'Europe et des États-Unis qui ont adopté et soutenu le projet de Weyprecht, et en ont obtenu la réalisation. Mais, si nous insistons davantage, c'est que c'est précisément de la météorologie qu'a été tirée la seule objection qu'ait rencontrée le projet qui nous occupe. Négligeant toutes les considérations que nous avons rappelées précédemment, et se plaçant

au point de vue exclusif de la météorologie, un éminent astronome a affirmé récemment que les explorations polaires ne donneraient aucun résultat, et que c'est au contraire entre l'équateur et nous qu'il faut aller étudier les causes et la propagation des grandes variations atmosphériques; comme conclusion, si la France voulait faire œuvre utile, c'est non pas dans les régions arctiques ou antarctiques qu'il faudrait envoyer une expédition, mais aux Açores.

L'utilité d'une station météorologique temporaire, installée par les Français aux Açores, paraîtra d'autant moins urgente aux météorologistes que, depuis 1865, ils reçoivent, avec la plus grande régularité, communication d'excellentes observations effectuées deux ou trois fois par jour dans les deux stations permanentes que les Portugais ont établies aux Açores : Ponta Delgada dans l'île Saint-Michel, et Angra, dans l'île Terceire. Ainsi les observations ne manquent pas aux Açores pas plus qu'en Islande, et ce n'est pas d'aujourd'hui seulement que les météorologistes ont signalé l'intérêt qu'il y aurait pour nous à être reliés par des câbles à ces deux postes avancés, les seuls qui existent sur l'Océan du côté d'où nous viennent les gros temps.

Sans vouloir discuter ici la théorie qui ferait naître dans les régions équatoriales toutes les tempêtes qui parviennent en Europe, et qui, en particulier, ferait passer par les Açores toutes celles qui atteignent directement la France, il n'est pas inutile, pour le sujet que nous traitons, de faire remarquer que les faits nous apprennent en somme que nous avons pratiquement plus d'intérêt, même au point de vue de l'annonce des tempêtes, à être bien renseignés sur ce qui se passe au nord-ouest, du côté de l'Islande et du Groenland, que sur ce qui se manifeste aux Açores. S'il est vrai que quelques-unes des tempêtes qui nous atteignent *directement* passent auparavant par les Açores, il est non moins certain que le plus grand nombre vient non du sud-ouest, mais de l'ouest ou du nord-ouest ; de plus, ces tempêtes elles-mêmes sont rares. Pour produire chez nous les plus grands désastres, il n'est malheureusement pas besoin que les tempêtes nous atteignent *directement ;* et six ou sept fois sur dix, peut-être plus encore, les gros temps nous sont amenés par des tempêtes qui passent bien loin de nous dans le nord. Rappelons seulement, en nous bornant aux exemples les plus récents, les deux tempêtes des 27-28 novembre et du 20 décembre derniers : le centre de celle-ci a traversé le nord de l'Islande et de l'Angleterre, tandis que le centre de la première, la plus violente, a passé plus haut même que le nord de l'Écosse, vers les îles Shetland. Du reste, une statistique, bien connue de tous les météorologistes et établie par M. Hoffmeyer pour 21 mois sur lesquels on a pu réunir des documents suffisants, a montré que, sur 145 dépressions barométriques qui, pendant cette période ont atteint l'Europe, on n'en compte que 9, soit 6 pour 100, qui semblent provenir des régions intertropicales. Au contraire, 17, soit 12 pour 100, proviennent certainement des régions arctiques, et sur les 68 (47 p. 100) qui nous arrivent de l'Amérique du Nord, plus de la moitié, avant de nous atteindre, ont passé par l'Islande. L'observation ne semble donc pas justifier ce rôle exclusif attribué aux régions équatoriales dans la production des tempêtes.

Bien loin d'être sans intérêt au point de vue de la météorologie pure, les observations projetées autour du pôle auront une importance toute particulière provenant de ce fait que, nulle part, sur aucun parallèle du globe entier, on ne trouve des conditions aussi variées et des oppositions de température aussi grandes qu'aux environs du parallèle de 70° de latitude Nord. Avec des points, comme les îles Loffoden, où la température moyenne de l'année reste d'environ + 5°, on en peut citer d'autres, sur le même parallèle, où la moyenne annuelle tombe à — 17°, comme dans les terres arctiques américaines, ou en Sibérie ; et tandis que, dans le premier cas, la différence de température entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud de l'année ne monte guère qu'à 10°, elle atteint 40° dans les terres arctiques américaines, et jusqu'à 60° en Sibérie. Quelle que soit la théorie que l'on se fasse des phénomènes atmosphériques, on ne saurait se refuser à reconnaître l'intérêt exceptionnel que l'étude de pareilles régions offre aux météorologistes.

Nous avons indiqué suffisamment par ce qui précède le but des expéditions polaires projetées et les traits généraux du programme qu'elles auront à remplir. Voyons maintenant quelles mesures ont été décidées pour assurer le succès de cette grande entreprise.

Toutes les études préliminaires ont été faites par les délégués officiels du plus grand nombre des nations de l'Europe, qui se sont réunis successivement en trois conférences, dites conférences polaires internationales, à Hambourg en 1879, à Berne en 1880, et enfin à Saint-Pétersbourg en 1881. Les délégués étaient pour la plupart, comme cela était naturel, les directeurs des divers services météorologiques, auxquels dans toute l'Europe est également confiée l'étude du magnétisme terrestre. Citons MM. Wild, pour la Russie, Mascart pour la France, Neumayer pour l'Allemagne, Nordenskjöld pour la Finlande, R. Scott pour l'Angleterre, Hoffmeyer pour le Danemark, Mohn pour la Norvège, Wilczek et Wohlgemuth pour l'Autriche, Wijkander pour la Suède, Snellen, pour les Pays-Bas, etc. Le général Hazen, chef du *Signal Service* des États-Unis, ne pouvant venir en Europe pour les conférences, a du moins envoyé son adhésion aux mesures prises et l'annonce officielle de la participation de son pays aux expéditions.

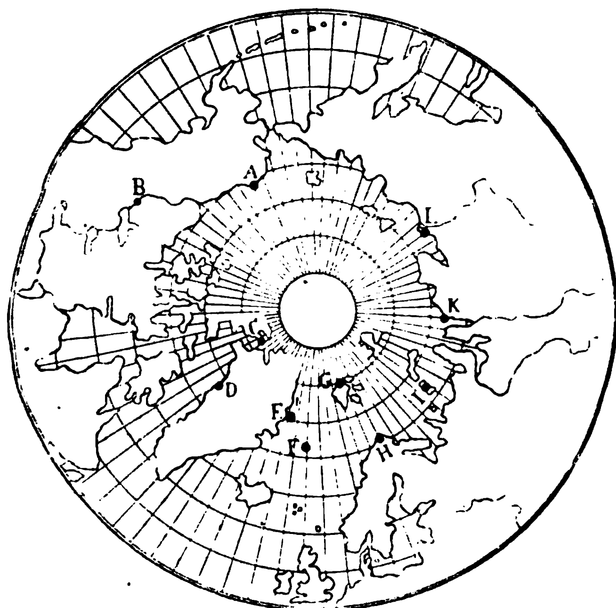
Toutes les observations devront être poursuivies, sur le programme arrêté par la commission, au moins pendant un an, entre le 1er août 1882 et le 1er septembre 1883, une certaine latitude étant laissée dans les dates, pour tenir compte des difficultés sans nombre que présentera l'abordage, puis l'installation dans les stations.

Le nombre des observatoires qui seront ainsi établis autour du pôle Nord est dès à présent certainement d'au moins dix et sera très probablement de onze. Les positions de ces observatoires seront les suivantes, à moins d'empêchement absolu, et en ce cas on choisira les points les plus voisins qu'il sera possible d'atteindre ; ces positions sont désignées par les lettres correspondantes sur la carte ci-jointe ;

A. Pointe Barrow; lat., 71°,30′ N.; long. de Paris, 158°,30′ O., (station américaine).

B. Fort Simpson; lat., 62°,10′; long., 123°,50′ O. (station anglaise). Cette station n'est pas encore absolument certaine, mais l'organisation en paraît extrêmement probable.

C. Baie de Lady-Franklin; lat., 81°,40′; long., 69° O. (station américaine). Cette station, de beaucoup la plus septentrionale de toutes, a été la première installée et sera certainement celle où l'on observera le plus longtemps; les États-Unis se proposent, en effet, de la maintenir pendant trois années entières, et elle est déjà en fonctions. En effet, d'après des nouvelles récentes, l'expédition, sous les ordres du lieutenant Greely, était arrivée à destination au mois d'août dernier, et on avait déjà commencé à construire les maisons pour les instruments et les observateurs.



D. Upernavick (Groënland); lat., 72°,50′; long., 58°,10′ O. (station danoise).

E. Ile Pendulum (côte orientale du Groënland); lat., 74°,30′ N.; long., 21° O (station allemande).

F. Ile Jan-Mayen; lat., 71°,0′; long., 10°,20′ O (station autrichienne). Toutes les dépenses que causera cette expédition seront supportées par un simple particulier, le comte Hans Wilczek, dont il n'est que juste de rappeler ici le dévouement à la science.

G. Baie Mossel (Spitzberg); lat., 79°,50′; long., 14° E (station suédoise). Comme la précédente, cette station est due à un simple particulier, M. L.-O. Smith, qui a mis à la disposition de l'Académie des sciences de Stockholm la somme nécessaire pour équiper et entretenir la station; de son côté, le gouvernement suédois se chargera du transport pour l'aller et le retour.

H. Bossekop (Norvège); lat., 70°; long., 21° E. (station norvégienne). Cette station sera installée sur l'emplacement même où a observé en 1838-1839 la commission scientifique du Nord française, composée de Bravais, Lottin et Ch. Martins.

I. Baie Möller (Nouvelle-Zemble); lat., 72°,15′; long., 50° E.

K. Port Dickson (embouchure de l'Obi); lat., 73°,40′; long., 80° E.

L'une de ces stations sera occupée par les Hollandais, l'autre par une expédition secondaire russe.

L. Embouchure de la Léna; lat., 73°,30′; long., 125° E (station russe). Cette station, organisée par la Société russe de géographie, est actuellement presque complètement montée. Les observations y commenceront donc probablement avant l'époque indiquée.

Si l'on joint à ces stations celles qui existent déjà en Russie, en Sibérie, dans l'Alaska et dans les possessions anglaises de l'Amérique du Nord, on voit que toute la ceinture des régions polaires est bien occupée et que l'on pourra réunir en 1882-1883 des documents suffisants pour une étude d'ensemble, qui s'étendra jusque vers le 80° degré de latitude nord.

En même temps que l'on observera tout autour du pôle Nord, il serait très intéressant de réunir aussi quelques observations faites simultanément vers le pôle Sud. Pour le magnétisme en particulier, il y aurait à rechercher si certaines perturbations se manifestent à la fois aux deux extrémités du globe. L'importance de ces observations n'a pas échappé à la commission polaire; mais les difficultés d'exécution deviennent énormes. En effet, les dernières terres habitables dans l'hémisphère sud dépassent à peine la latitude de 50°, et la barrière de glaces commence bien plus bas vers l'équateur que dans les régions arctiques. Il est donc impossible de s'approcher autant du pôle, et l'on sera forcé de rester dans les parages du cap Horn.

Ces régions présentent du reste un intérêt tout spécial au point de vue météorologique. Les mouvements du baromètre, qui atteignent vers le cap Horn une amplitude énorme, puisqu'on y a vu parfois le mercure s'abaisser vers 700 millimètres au niveau de la mer, n'y paraissent pas accompagnés constamment par le cortège ordinaire de vents violents circulant en tourbillon tout autour du centre des basses pressions. Ces anomalies que présentent les parages du cap Horn dans les relations du baromètre et du vent ont été signalées dès 1834 par l'illustre Maury, qui a écrit sur ce sujet le premier de tous ses travaux météorologiques; mais elles n'ont point encore été élucidées, faute d'observations simultanées effectuées en quelques points de ces régions. En dehors de l'intérêt que présentent les régions antarctiques au point de vue du magnétisme terrestre, il y aurait donc une grande utilité, au point de vue de la météorologie générale, à ce que des observations régulières fussent recueillies pendant un certain temps dans trois ou quatre stations tout autour du cap Horn.

On peut déjà compter dans ces parages sur deux stations, peut-être trois; les Allemands ont annoncé officiellement qu'ils installeraient, pendant l'année 1882-1883, un observatoire dans les îles de la Géorgie du Sud (lat. 54° 30′ S.; long. 39° O.), à près de 1800 kilomètres dans l'est du cap Horn.

D'autre part, les Anglais observent dès maintenant d'une manière régulière dans les îles Falkland, mais seulement au point de vue météorologique, sans s'occuper de magnétisme; enfin les Chiliens pourront peut-être organiser un poste météorologique secondaire en un point du détroit de Magellan. Y aura-t-il au cap Horn même une quatrième station, complète celle-là? C'est de notre pays que cela dépend.

On a vu que, dans l'énumération donnée plus haut, ne figurait aucune station française, et, bien que nous ayons été représentés officiellement aux conférences polaires, aucune décision n'a pu encore été prise. La question a cependant été étudiée. Il n'est plus bien nécessaire de créer une station nouvelle dans les régions arctiques, suffisamment occupées déjà; si donc la France ne veut pas rester à l'écart dans cette grande entreprise, c'est du côté du pôle sud qu'il nous faut aller. Le dernier ministre de la marine, M. l'amiral Cloué, qui n'a jamais manqué une occasion d'affirmer son dévouement pour la science, avait reconnu qu'une expédition au cap Horn pouvait être tentée sans grandes difficultés, et il devait demander aux Chambres les crédits nécessaires. Espérons que le nouveau ministre tiendra à honneur, sur ce point, de poursuivre l'exécution du projet que lui a légué son prédécesseur.

Nous avons exposé quelques-unes des raisons qui militent en faveur de ces expéditions et les résultats que l'exécution en semble promettre; ce sera certainement une des plus grandes et des plus fécondes tentatives que verra ce siècle pour augmenter nos connaissances sur les conditions physiques de notre globe. Le nom de la France ne doit pas être étranger à une œuvre à laquelle participeront l'Angleterre, les Pays-Bas, l'Autriche, l'Allemagne, le Danemark, la Suède, la Norvège, la Russie, les États-Unis d'Amérique. Il ne faut pas que notre pays, presque seul en Europe, reste à l'écart et continue à se désintéresser de ces grandes expéditions scientifiques; il ne faut pas qu'après avoir fourni avec les Dumont d'Urville, les Dupetit-Thouars, les Duperrey et tant d'autres, un si riche tribut de travaux et de découvertes nous laissions perdre ces superbes traditions.

Du reste l'heure presse, et, si nous voulons arriver au moment utile, il n'y a plus de temps à perdre. C'est en effet vers le 1er août de cette année même que doit s'ouvrir, dans toutes les stations polaires, la période des observations, ce qui ne permet guère de reculer le départ plus loin que les derniers jours de mai, c'est-à-dire dans moins de cinq mois. Il ne manque pas, dans notre pays, de gens dévoués qui supporteront volontiers un séjour d'un an dans les pays peu hospitaliers qui avoisinent les pôles ou le cap Horn. La seule chose qui fasse défaut est l'argent, et il n'est pas possible qu'à une époque où l'on fait tant pour la science, on ne trouve pas les quelques dizaines de mille francs qui sont nécessaires pour que la France figure dignement dans cette grande entreprise internationale.

Alfred Angot.

ZOOLOGIE

La résistance des oiseaux au froid.

M. Lescuyer, dans une intéressante brochure intitulée : *Des oiseaux de la vallée de la Marne pendant l'hiver 1879-1880*, a étudié avec grand soin quels ont été les effets des froids exceptionnels sur les espèces d'oiseaux sédentaires ou de passage dans la vallée de la Marne (1).

Comme on pouvait s'y attendre, ces effets ont été très différents suivant que les animaux, ne pouvant se déplacer, restaient exposés à l'abaissement extraordinaire de la température ou suivant qu'ils pouvaient s'y soustraire en allant au midi chercher une nourriture et un climat appropriés à leurs besoins.

Les oiseaux les plus sédentaires sont le moineau domestique, la perdrix grise et la chouette-effraie qui ne s'écartent jamais beaucoup de leur retraite; puis la corneille et la pie qui se cantonnent sur une surface plus étendue, mais qui n'émigrent pas.

Les moineaux, trouvant au voisinage des maisons les aliments qui leur étaient nécessaires et un abri plus ou moins convenable, ont assez bien résisté; cependant, dans les rues et dans les jardins, on en voyait un certain nombre qui étaient morts de froid. Aussi à la fin de l'hiver ces oiseaux étaient-ils fort rares, leur caractère avait changé de nature et, de leur gaieté ordinaire, il n'était rien resté.

Les perdrix grises ne trouvant plus de nourriture pendant les soixante et un jours où la neige couvrait la terre, succombaient en grand nombre au froid et à la faim, on les ramassait dans les campagnes et celles qui résistaient devenaient une proie facile pour les oiseaux de rapine. A Flavigny (Marne), un garde particulier a pris à la main trente-deux perdrix qu'il a pu réchauffer et que plus tard il a relâchées.

Les chouettes-effraies qui habitent les greniers, les granges, les clochers n'ont cependant pu, pour la plupart, supporter le froid persistant et rigoureux de l'hiver; elles tombaient mortes au pied de leurs demeures ou allaient se faire prendre à la main dans les maisons (2).

Tous ces oiseaux avaient l'estomac vide ou presque vide. La corneille est aussi une espèce sédentaire, mais son terrain de chasse est plus étendu que pour les espèces précédentes; elle se rapproche des habitations quand le froid sévit. M. Lescuyer en a vu, pendant tout l'hiver, fouillant dans les fumiers et dans les champs; quelques-unes allaient jusque dans les cours manger avec les pigeons, mais beaucoup mouraient gelées sur les branches qui leur servaient de retraite pendant la nuit. Les pies, quoique très vigoureuses,

(1) *Des oiseaux de la vallée de la Marne pendant l'hiver* 1879-1880, par M. F. Lescuyer (Société des sciences, des arts, de l'agriculture et de l'industrie de Saint-Dizier, 1881).

(2) J'ajouterai que quelques-uns de ces oiseaux ont quitté les environs de Paris et sont venus chercher un refuge jusque dans la ménagerie du Muséum où, dans les circonstances ordinaires, on ne les voit jamais.

n'ont pas été épargnées; on en a ramassé, mortes, une dizaine aux environs de Saint-Dizier.

Il est des espèces d'oiseaux dont quelques individus plus robustes restent d'ordinaire en hiver, tandis que les plus jeunes et les plus faibles émigrent; ce sont l'alouette des champs, les bruants jaunes, les pinsons ordinaires, les pinsons des Ardennes, les chardonnerets, les linottes, les verdiers, les bouvreuils, les gros-becs et la plupart des passereaux insectivores (troglodytes, roitelets, accenteurs, rouge-gorges, mésanges, merles, étourneaux, etc.). Or, pendant l'hiver de 1879-1880, presque tous ces oiseaux ont quitté le pays, cependant quelques-uns sont restés et leur résistance au froid s'est montrée très inégale; ainsi, tandis que les bouvreuils et les gros-becs ne semblaient pas souffrir, les alouettes, les bruants, les pinsons, les rouge-gorges, les pies, les merles, les geais, ont été décimés. Au printemps suivant, jamais dans les forêts de la Haute-Marne, on avait vu si peu d'oiseaux.

Les oiseaux de passage, venant du Nord chercher pendant l'hiver, en France, un climat plus clément, se sont trouvés déçus dans leur attente; aussi n'ont-ils fait que traverser la Haute-Marne, sans y stationner, et ils y sont revenus aussitôt après le dégel.

Les oiseaux domestiques n'ont résisté au froid que grâce à la nourriture et à la température des abris où on les tenait enfermés, les gallinacés ont plus souffert que les palmipèdes.

Ces observations de M. Lescuyer présentent de l'intérêt et il est à regretter qu'elles n'aient pas été faites par d'autres ornithologistes sur un plus grand nombre de points de la France; je rappellerai cependant que, dans le Saône-et-Loire, M. de Montessus a donné au comité, sur le même sujet, des détails qui méritent de fixer l'attention; la connaissance encore si incomplète des causes des migrations des oiseaux peut recevoir une nouvelle impulsion de ces observations biologiques; celles-ci peuvent aussi éclairer certaines questions de zoologie géographique et à ce propos je signalerai quelques faits qui ont été constatés pendant le cours du même hiver à la ménagerie du Muséum. Des oiseaux exotiques, tels que les paons, les faisans argentés, les faisans dorés ont peu souffert du froid; ils n'avaient cependant aucun abri, quelques-uns d'entre eux couchaient sur les arbres ou même restaient perchés pendant la nuit sur les barres de fer des enclos. Au contraire, les poules enfermées dans des loges bien closes sont mortes en grand nombre; un fait plus curieux encore est la résistance au froid qu'ont présenté les perroquets d'Australie appartenant au groupe des cacatoès, et en particulier, le grand cacatoès à huppe jaune, le cacatoès rosalbin, le cacatoès du Leadbeater et le nasique. Ces oiseaux sont restés depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mars en plein air dans la grande cage occupée pendant l'été par les singes; ils n'y avaient aucune retraite, un bâtiment et un vitrage placés en arrière protègent très insuffisamment cette volière du vent du nord; malgré ces conditions défavorables, tous ces perroquets sont restés en bonne santé; aucun n'a eu les pattes gelées et cependant ils se tenaient continuellement sur les balcons de fer dont la température était si basse que l'eau que l'on y versait se gelait instantanément; pendant plusieurs nuits la température a été inférieure à 25° au-dessous de 0.

Les cygnes noirs d'Australie, les cygnes à col noir et les coscoroba du sud de l'Amérique n'ont aucunement souffert et dès le printemps ils s'occupaient à construire leurs nids; cependant souvent le matin les gardiens étaient obligés de les détacher du sol où ils avaient été fixés par la glace qui s'attachait à leurs plumes. Enfin les casoars de la Nouvelle-Hollande sont restés impunément sans abri et, à plusieurs reprises, pendant la nuit, ils ont été entièrement recouverts par la neige, le matin ils secouaient leurs plumes et ne semblaient nullement engourdis. Le froid a été plus funeste à beaucoup de nos oiseaux indigènes qu'à ces espèces importées de climats plus chauds, mais d'une organisation plus robuste.

A. Milne-Edwards,
Membre de l'Institut.

CORRESPONDANCE

Un mot sur le service sanitaire de l'armée.

Lorsque la *Revue* a bien voulu accueillir mon article sur le rôle des médecins dans l'armée, je craignais déjà qu'il vînt trop tard, je ne pensais pas pouvoir en écrire le complément nécessaire, c'est-à-dire indiquer les conditions nouvelles qui rendent légitimes les modifications à apporter au service médical des armées.

Je croyais au vote de la loi d'administration. Quand sera-t-elle votée?

J'ai donc tout le loisir de revenir sur cette question, pour montrer les nécessités logiques de certaines transformations à introduire et la facilité de leur application.

De très nombreux articles ont été publiés sur ce sujet, M. le professeur Léon Lefort a particulièrement, magistralement traité la question.

Mais très souvent les publications, même les dépositions faites pendant l'enquête, et les discussions à la Chambre, ont plutôt été faites pour un auditoire particulier que pour le grand public.

Il semble presque toujours que les orateurs sont des adversaires qui combattent pour défendre ou acquérir des privilèges personnels, au lieu d'être des législateurs qui discutent loyalement les intérêts généraux du pays.

Je vais donc, si vous le permettez, exposer la question, en faisant abstraction des individualités; oubliant médecins, pharmaciens, intendance; cherchant simplement dans quel sens, à notre époque, doit être constitué un service sanitaire. C'est dire que je ne verrai que des fonctions dont il importe de fixer l'importance relative.

De tous temps, les institutions ont été établies d'après les mœurs d'une nation et les idées régnantes. Ce qui implique

que les meilleures institutions à leur origine ne sont plus suffisantes, vieillissent, si elles ne suivent pas les modifications apportées dans les idées et les mœurs. Les défenseurs des organismes qui ont fait leur temps, malgré les bonnes intentions qu'ils peuvent avoir, servent mal leur pays; ils retardent le progrès, mais ne peuvent l'empêcher de se produire.

En analysant avec soin les raisons qui ont présidé à l'organisation des hôpitaux, telles que nous en avons encore les traditions amoindries, on s'aperçoit que les idées confuses qui ont décidé leur établissement se rattachent à des croyances persistant à travers les âges; ce sont des traditions antiques inconscientes.

Dans les premiers temps du monde historique, les malades étaient apportés dans les temples pour y être guéris par les prêtres qui furent les premiers médecins. Mais fils d'Esculape, petits-fils d'Apollon, ces prêtres demi-dieux participaient à la puissance divine; la guérison était un miracle répété chaque jour.

En se multipliant, les médecins perdirent le prestige divin. Puis avec le temps, grâce aux superstitions du moyen âge, aux traditions de la cabale et de l'école arabe, ils furent investis par l'opinion d'un pouvoir nouveau, non moins redoutable et mystérieux, seuls ils connaissaient la puissance des remèdes.

Ces croyances au surnaturel ne modifièrent pas les conditions dans lesquelles les malades devaient être placés pour être guéris. Qu'importe en effet la question des milieux, lorsque c'est l'imposition des mains, ou la force d'un remède qui procure la guérison. Aussi, jamais il n'est question d'hygiène.

Eh bien, c'est le souvenir de ces croyances, qu'il suffit d'apporter aux médecins les malades dans n'importe quelles conditions de lieux, qui a contribué à l'installation des hôpitaux tels qu'ils sont encore.

Primitivement les établissements hospitaliers étaient des maisons de charité et de refuge pour les malheureux. On faisait venir dans ces maisons pour soigner les malades, des médecins qui étaient, vis-à-vis des hospitalisés, dans la même situation que vis-à-vis des malades de leur clientèle ordinaire.

Les installations premières se perfectionnèrent et s'améliorèrent un peu; mais si l'on se reporte à ce qu'était l'Hôtel-Dieu de Paris il y a moins d'un siècle, on peut affirmer que si la religiosité pouvait trouver son compte à ces apparences philanthropiques, la médecine ne le trouvait pas, car la mortalité devait être effrayante dans ces salles où s'entassaient pêle-mêle des malheureux avec la promiscuité des lits, où morts et mourants étaient accouplés.

Depuis le siècle, de grandes améliorations ont été introduites dans l'organisation du service des hôpitaux; elles ont été surtout plus sensibles dans les établissements militaires, qui sous certains points ont pu être regardés comme des modèles, pour la propreté, le bien-être, les soins donnés aux malades. C'est une justice qu'il faut rendre à l'administration. Mais, comme dans le passé, les préoccupations dominantes ne sont pas les questions d'hygiène.

Du reste, à cette époque, l'immense majorité de la population acceptait cette manière de faire, et les médecins eux-mêmes s'absorbaient dans leur ministère avec une ardeur qui les empêchait de voir autre chose.

Mais depuis un certain nombre d'années, un grand mouvement s'est fait dans les sciences médicales comme dans les autres sciences.

Nous sommes arrivés à une période de rénovation que peuvent seules ignorer les personnes qui ne s'intéressent pas aux progrès et aux changements de l'esprit humain.

Cette période nouvelle s'est précisée du jour où la métaphysique a été chassée de l'école; où les causes morbides n'ont plus été déterminées par des raisonnements; où le *quid divinum*, si cher à nos anciens, n'a plus paru dans les discours officiels. La science est devenue positive; sachant que tout effet a une cause, elle la cherche dans la réalité matérielle.

Dès lors les questions hygiéniques prirent un développement extraordinaire. Les médecins comprirent que les médications les mieux raisonnées sont souvent impuissantes, que les maladies obéissent dans leur apparition et leur évolution à des lois aussi fatales que toutes les lois physiques ordinaires.

De ces transformations doctrinales, est résultée la proclamation de l'axiome suivant : il faut avant tout prévenir les causes morbides, éloigner les maladies, pour ne pas avoir à les guérir.

Eh bien, c'est cette révolution dans la science, dont la notion commence à se répandre dans le public, qui rend nécessaires les modifications à introduire dans le service hospitalier.

Les réflexions auxquelles je viens de me livrer paraissent étrangères au sujet, cependant ce sont elles qui l'éclairent, qui justifient les réclamations.

En effet, tant qu'il a été admis, qu'il est indifférent de placer un malade dans certaines conditions de milieux, pour obtenir sa guérison, il est absolument inutile de placer un médecin à la tête d'un hôpital. Un administrateur expérimenté est préférable. Les médecins sont dans ce cas ce que l'on a dit : des accessoires utiles, voilà tout.

Mais dès que l'on a reconnu que l'hôpital n'est plus un refuge pour le malheureux, mais un établissement sanitaire spécialement organisé; que la prédominance doit être donnée à l'hygiène sur la thérapeutique restreinte; on a été convaincu de l'importance d'avoir des locaux arrangés en vue de besoins spéciaux, etc., etc., enfin ce que l'on regardait autrefois comme l'accessoire est devenu l'utile, l'indispensable.

Il faut absolument changer les organes de la direction; à des besoins nouveaux, il faut des hommes nouveaux, c'est-à-dire remplacer le fonctionnaire financier, dont la question financière est l'objectif, par un fonctionnaire qui, par métier, doit étudier constamment les lois hygiéniques. Évidemment par ce changement, on ne fera pas disparaître du jour au lendemain les causes morbides, la puissance des infiniment petits dans la nature étant extrême; mais on commencera

énergiquement la lutte, qui ne cessera que lorsque l'on aura rendu inoffensifs tous les organismes dangereux. On ne peut arriver à un heureux résultat que par l'application rigoureuse des mesures hygiéniques, que par l'emploi judicieux des procédés qui naissent chaque jour et se modifient avec une si merveilleuse fécondité dans nos laboratoires de physiologie. Par le seul fait d'une bonne direction du service sanitaire, la mortalité proportionnelle pourra descendre à son minimum, mais la morbidité surtout diminuera dans de considérables proportions.

Les déductions auxquelles je viens de me livrer posent la question et la résolvent.

Cette question de la direction du service sanitaire étant tranchée, il n'y a plus matière à discuter sur les rapports qui doivent exister entre les différentes fonctions qui exercent dans un hôpital et assurent la bonne gestion de cet établissement.

Il est évident que le médecin directeur de l'installation hygiénique, qui de plus est médecin traitant, aura le pouvoir réel, et non fictif, de surveiller et contrôler la qualité et l'exacte distribution des médicaments qu'il ordonne, comme il aura le devoir de surveiller la bonne qualité et la quantité des aliments qu'il prescrit.

Les deux fonctions administratives et pharmaceutiques seront les auxiliaires de la fonction médicale.

Dès lors aussi, il n'y aura plus à discuter sur la valeur administrative des médecins.

Le véritable administrateur n'est-il pas celui qui a la qualité d'appliquer avec discernement les théories d'un art, d'une science, d'une profession, aux exigences pratiques de cet art, de cette science de cette profession ? Dans l'espèce, nul ne sera meilleur administrateur que le médecin, nul ne saura mieux que lui mettre en pratique les procédés de la science moderne.

Il est vrai que lorsque l'on fait cette objection sur l'incapacité radicale administrative des médecins, on laisse volontiers dans l'ombre la fonction administrative réelle, selon le langage ordinaire, représentée par l'officier d'administration comptable. C'est à cet officier qu'appartiendra dans l'avenir, comme dans le passé et le présent, le soin d'assurer les approvisionnements du matériel et de l'alimentation ; c'est lui qui collige toutes les pièces justificatives de la gestion. On ne discutera pas la compétence de ce fonctionnaire.

Ainsi tombe d'elle-même cette accusation d'incapacité administrative.

Et ces réflexions que je fais ici à propos du service sanitaire de l'armée s'appliquent aux institutions civiles du même genre. Dans un temps prochain, le médecin sera absolument chargé de la direction hygiénique des hôpitaux. Un conseil administratif restera en possession de s'occuper de tout ce qui concerne les dépenses de ces institutions et leurs revenus, quelle qu'en soit la source.

Dans l'organisation nouvelle, le médecin, comme on le dit à tort, ne se substituera pas absolument à l'intendant, qui détient à la fois la direction et le contrôle.

Le médecin ne prendra de lui que la direction, le contrôle restera à l'intendant; ces deux pouvoirs seront partagés, ainsi qu'il convient dans une administration bien réglée. On voit donc que cette révolution, si grande au dire de quelques personnes, se réduit à une simple substitution, le médecin remplaçant dans un de ses pouvoirs le sous-intendant.

Il n'y a pas là de quoi effrayer.

Les bruits qui peuvent se faire lors de l'application de la loi tomberont rapidement. Il y aura bien quelques difficultés par suite du mauvais vouloir de quelques-uns, de l'inexpérience de quelques autres ; mais, après un court apprentissage, les choses marcheront parfaitement, et nos héritiers seront tout étonnés de penser qu'un autre ordre de choses a pu exister.

La question sanitaire dans l'armée comprend l'état de paix et l'état de guerre.

Nous venons de traiter de la direction du service en général, nous dirons un mot du service des armées en campagne, des ambulances.

Aujourd'hui toutes les nations civilisées ont confié la direction sanitaire aux médecins, et spécialement le service des ambulances. Les succès les plus remarquables ont montré le bien fondé de cette mesure. En Crimée, l'expérience était comparative ; elle fut faite à l'avantage des Anglais, à notre confusion. En Amérique, la proportion mortuaire tombe à des minima inespérés.

Si l'opinion manifestée par le nombre ne démontre pas toujours la vérité absolue d'un principe, d'une découverte à sa naissance, quand ce principe est admis par l'université, quand la découverte tombe dans le domaine public et devient pratique, ils ont la consécration : ce sont des vérités relatives. Il est naturel et convenable alors de se rendre à la raison commune.

Pourquoi donc en France la direction est-elle refusée aux médecins ? Je ne veux pas rechercher si derrière cette résistance se cachent des intérêts particuliers ou de hautes influences, ce serait sortir du rôle que je me suis imposé et de mes habitudes de discussion. Je trouve de légitimes explications à cette opposition, dans un autre ordre d'idées très humain.

La France est la nation politiquement le plus ancienne (je parle des nations qui comptent en civilisation); nous avons depuis longtemps pratiqué le système administratif, que nous possédons encore, qu'autrefois peut-être l'Europe nous enviait, mais qu'elle n'a pas copié. Les résultats obtenus satisfaisaient nos pères ; on comprend dès lors que les souvenirs du passé laissent survivre des espérances; c'est le fait de l'esprit de conservation si naturel aux hommes et aux sociétés. Sous ce point de vue, l'opposition faite aux aspirations modernes se comprend, mais ne s'excuse pas.

Les événements des dernières années, la constitution des armées nouvelles ont déterminé des courants d'idées inconnues jusqu'alors. La nation tout entière intéressée aux choses de l'armée a des exigences légitimes. On ne peut plus partir en guerre aujourd'hui avec le cœur léger et le mince bagage d'autrefois. Les besoins matériels et moraux se sont augmentés. Il n'y a pas à discuter les faits, il faut les subir.

Les obligations administratives exigent un travail énorme,

trop considérable pour un seul fonctionnaire. Une de nos grandes autorités politiques proclame la nécessité de la division du travail, pour en perfectionner les effets. Cette vérité est doublement vraie quand il s'agit des ambulances.

Je ne veux pas revenir sur le passé, sous prétexte de donner des preuves désormais inutiles. Je pourrais raconter les tribulations d'une ambulance pendant la guerre d'Italie; ce récit que je ferai peut-être un jour aurait de trop tristes pages, et cependant la guerre fut de courte durée, et nos armes étaient victorieuses.

Pour toutes personnes qui ont étudié ces questions et suivi des armées, il est d'une nécessité absolue qu'un chef soit toujours présent à l'ambulance, que les divers fonctionnaires qui la composent obéissent à une direction unique toujours à son poste; avec un tel chef, l'ambulance sait toujours où elle va, connaît l'emplacement de son corps, n'est pas arrêtée au milieu des bagages, ne subit pas les entraînements d'une panique. Enfin les évacuations se font méthodiquement et régulièrement. Mais c'est assez.

Dans mon article précédent, je montrais comment la vie tout entière du médecin d'armée le préparait à la fonction directrice. Dans les lignes précédentes, il me semble avoir exposé les théories admises par les générations nouvelles, qui consacrent les légitimes espérances des médecins.

Dès aujourd'hui, que la Chambre vote ou ne vote pas la loi d'administration, la cause est gagnée dans l'opinion publique, elle triomphera. Mais les législateurs se rendent coupables de tous les retards apportés à sa promulgation, qui sont autant de jours perdus pour le bien-être et la sécurité de nos armées, si le malheur voulait que des guerres plus sérieuses que l'expédition de Tunisie vinssent à exiger les efforts armés de la France pour défendre ses droits ou son territoire.

ALIX.

REVUE DE PHYSIOLOGIE

M. WIET (1) a pris pour sujet de sa thèse inaugurale la question tout actuelle de l'élongation des nerfs. Son étude est à la fois historique, clinique et expérimentale.

Au point de vue historique, c'est Fabrice de Hilden qui a le premier établi qu'en tiraillant une articulation douloureuse on diminue l'intensité des phénomènes douloureux. Mais c'est à peine si on peut mentionner ce fait bizarre, comme étant le début de la méthode chirurgicale pratiquée aujourd'hui sous le nom d'élongation des nerfs.

En 1864, Valentin fit, sur les animaux décapités, quelques expériences, desquelles il résultait qu'un nerf élongé peut, au bout d'un certain temps, recouvrer sa fonction. Schleiss, en 1871, fit aussi quelques tentatives d'expérimentation; mais c'est à M. Callender et à M. Nussbaum, vers 1872, qu'on doit les premières élongations de nerfs faites sur l'homme, d'une manière méthodique.

D'après M. Wiet, qui a fait diverses recherches expérimentales sur ce sujet dans le laboratoire de physiologie de la Faculté, si l'élongation est bien faite, on constate (au moins pour le nerf sciatique du cobaye) que la sensibilité a disparu alors que la motilité paraît intacte. Il n'est pas possible de savoir si dans ce cas on a agi sur le nerf seul ou sur les terminaisons nerveuses, soit motrices, dans les muscles, soit sensitives, dans la moelle. C'est pour cela peut-être que les expériences faites sur l'élongation des nerfs ne pourront jamais avoir une rigueur scientifique irréprochable.

En examinant les nerfs élongés, on trouve, fort peu de temps après l'élongation, qu'il y a déjà dans leur tissu des altérations histologiques considérables; segmentation de la myéline; multiplication des noyaux de la gaine de Schwann, etc. Ces altérations s'étendent quelquefois à de grandes distances, atteignant le bout central et le bout périphérique.

Deux, ou trois, ou quatre semaines après l'élongation, on voit survenir la chute, par suite de gangrène, des orteils innervés par le sciatique. Ces troubles trophiques ulcératifs s'accompagnent d'une inflammation assez vive, et ils coïncident le plus souvent avec un retour plus ou moins net de la sensibilité. Chez l'homme, où l'élongation a été pratiquée assez souvent, il n'y a eu qu'un seul cas où l'on ait observé des troubles trophiques consécutifs à l'élongation.

M. Wiet rapporte aussi la curieuse expérience de M. Quinquaud, qui consiste à faire revenir la sensibilité d'un nerf sciatique élongé en élongeant le nerf du côté opposé. Ce fait est important au point de vue du dynamisme, si obscur encore, des éléments nerveux. M. Wiet, s'appuyant sur cette expérience, a supposé que l'élongation modifierait peut-être l'épilepsie acquise, qu'on produit chez les cochons d'Inde par la méthode de M. Brown-Sequard. Les résultats ont été malheureusement négatifs.

Les principales expériences de M. Wiet portent sur l'élongation du pneumo-gastrique. En effet, il est possible, en agissant mécaniquement sur ce tronc nerveux, d'observer des phénomènes non décrits encore par les nombreux physiologistes qui ont pratiqué l'excitation électrique du nerf vague. L'élongation des nerfs vagues, avec traction sur le bout périphérique, provoque, au bout de quelques jours, de l'hépatisation et de la suppuration pulmonaires absolument comme dans les cas où l'on a fait la section des pneumogastriques. Si l'on tire sur le bout central, en ménageant les deux nerfs grands sympathiques, on voit survenir (chez le lapin) une congestion de l'oreille suivie aussitôt d'une anémie vasculaire. Mais bientôt cette anémie est remplacée par une vaso-dilatation qui persiste pendant longtemps. On observe alors, en même temps, du rétrécissement de la pupille, et, dans certains cas, la suppuration de l'oreille interne. Ces phénomènes sont dus, suivant toute vraisemblance, à des troubles réflexes ou vaso-moteurs du bulbe rachidien. En effet, l'examen direct montre que l'hypérémie du bulbe est souvent la conséquence de l'élongation du nerf vague. Ajou-

(1) *Contribution à l'étude de l'élongation des nerfs*, thèse inaugurale de la Faculté de médecine de Paris. Paris, Germer Baillière, 1881.

tons qu'on constate quelquefois de la glycosurie. Mais ce phénomène semble passager et ne paraît pas particulier à l'élongation du pneumo-gastrique, car on la voit survenir après l'élongation du nerf sciatique. Relativement à l'influx centripète, on voit que, quand le nerf vague a été élongé, il y a, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, ralentissement de la respiration et accélération du cœur.

Pour ce qui concerne la partie clinique de ce travail, M. Wiet rappelle que l'élongation nerveuse a été pratiquée dans le tétanos (par M. Verneuil) ; dans les contractures, dans les paralysies, dans les névrites, dans le tic convulsif de la face, dans les névralgies, dans la lèpre anesthésique, dans l'ataxie locomotrice. Mais, en général, comme l'élongation du nerf altère plus spécialement la sensibilité ; c'est surtout contre les névralgies violentes et les douleurs fulgurantes de l'ataxie qu'on devra l'employer.

M. Griffini (1) a repris les expériences de M. Pasteur et de M. Vulpian sur l'action toxique de la salive injectée sous la peau. Il a recueilli, soit de la salive parotidienne pure, soit de la salive mixte, et il a injecté ces produits sous la peau de quelques lapins. Ces expériences sont très difficiles. Aussi ne faut-il admettre les conclusions de cet auteur qu'avec quelques réserves. M. Griffini pense que la salive parotidienne pure est absolument inoffensive, que la salive ordinaire, filtrée dans des vases poreux, de manière à empêcher complètement le passage des microbes, ne produit pas d'altérations locales gangréneuses, mais une infection générale, tout à fait analogue, par ses effets, à la septicémie. C'est donc la salive qui produirait la septicémie, et non les microbes qu'elle contient. La salive mixte, non filtrée, contient évidemment des matériaux plus toxiques encore, dus probablement à un commencement de putréfaction ou de fermentation dans la cavité buccale. Aussi, quand on l'injecte sous la peau, amène-t-elle des accidents gangréneux, la nécrose des tissus et les accidents septiques ordinaires, dus à la résorption des produits gangréneux. En tout état de cause, comme l'injection de salive pure n'amène pas d'accidents gangréneux, il est probable, d'après M. Graffini, que l'action toxique de la salive est due à un ferment non organisé.

M. Jalan de la Croix (2) a cherché dans quelles conditions telle ou telle substance toxique entravait le développement ou l'évolution des microbes de la putréfaction. Si l'on place de la viande bouillie ou crue, hachée finement en suspension dans de l'eau, on ne tarde pas à voir apparaître des microbes divers, micrococcus, bactéries, etc. L'examen de la vitalité ou du développement de ces organes étant fait au microscope, on voit que les diverses substances, dont l'énumération suit, n'agissent pas de la même manière et avec une égale intensité d'action toxique sur la vie de ces micro-organismes.

On peut dresser le tableau suivant, qui résume les principaux résultats obtenus :

Substance employée.	Dose maxima à laquelle le développement n'est pas arrêté.	Dose minima à laquelle l'évolution est suspendue.
Bichlorure de mercure . . .	8 358 (1)	2 525
Acide salicylique	7 677	343
Acétate d'alumine	7 535	478
Salicylate boraté de soude. .	3 377	30
Biborate de soude	107	14
Alcool	30	1,77
Chloroforme	134	1
Phénol.	1 002	10
Hypochlorite de chaux. . . .	13 092	109
Thymol	2 229	20
Acide sulfurique	16 782	135
Huile éthérée de moutarde .	5 734	40
Eucalyptol	308	14
Acide sulfureux.	7 534	72
Acide benzoïque	4 020	50
Acide picrique	3 041	100
Chlore.	34 509	431
Brome.	20 875	493
Iode.	20 020	410
Permanganate de potasse . .	3 041	35

Ainsi on peut établir une sorte d'échelle d'antisepticité et constater que l'alcool, qui a pendant si longtemps été considéré comme un excellent antiseptique, ne l'est en réalité que fort peu. Le chlore et les hypochlorites paraissent être, parmi les corps chimiques, les agents les plus puissants pour entraver la putréfaction et empêcher le développement des ferments figurés qui président à la décomposition putride.

On remarquera aussi qu'il y a une très grande différence entre la limite à laquelle un corps empêche le développement d'un organisme, non développé encore, et la limite à laquelle il suspend l'évolution de cet organisme déjà développé. Tout se passe comme si une grande force antiseptique était beaucoup plus nécessaire pour empêcher un microbe de continuer son évolution, que pour empêcher le début de son évolution. Évidemment, la question est trop complexe pour être jugée par ces seules expériences. Il y a là cependant l'indication d'un fait qui permettra peut-être de distinguer les ferments solubles des ferments figurés.

MM. Morselli et Buccola (2) ont fait des recherches à la fois thérapeutiques et physiologiques, c'est-à-dire exécutées aussi bien sur l'homme que sur les animaux, pour connaître l'action de la cocaïne. Le produit qu'ils ont expérimenté avait été préparé à Erfurt et leur a été transmis sous le nom de cocaïne cristallisée. Sur les grenouilles, la cocaïne, à la dose de 0g,015mm, produit une anesthésie générale avec paralysie des mouvements volontaires, affaiblissement des réflexes, accélération, puis ralentissement, puis cessation des mouvements respiratoires; dilatation de la pupille; puis, enfin,

(1) *Sull'azione toxica della saliva umana.* — *Archivio per le scienze mediche*, t. V, fasc. 3, p. 247.

(2) *Archiv für exp. Path. und Pharm.*, t. XIII, p. 175, et *Revue des sciences médicales*, t. XIX, p. 74.

(1) Ces chiffres signifient la quantité d'eau dans laquelle un gramme de substance doit être dissous pour produire l'effet indiqué.

(2) *Sull' azione fisiologica e terapeutica della cocaïna.* — *Rendiconti del reale Instituto lombardo*, 1881, t. XIV, fasc. 18, 19.

une stupeur générale et un état de mort apparente qui se prolonge pendant plusieurs heures. A la dose de 0g,05c, les effets toxiques sont plus rapides, et quelquefois il faut plus de six jours pour que la grenouille, si elle ne meurt pas, recouvre l'intégrité du sentiment et du mouvement. MM. Morselli et Buccola ont étudié aussi sur l'homme l'action de cet alcaloïde. Ils ont vu que, appliquée localement, même à la dose de 0g,0025, elle provoque une dilatation de la pupille, qui dure plusieurs heures. Cette dilatation n'est jamais aussi marquée, ni aussi incommode, que celle qui résulte de l'instillation d'atropine. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que non seulement l'iris devient plus dilaté, mais encore qu'il acquiert de la mobilité. La température s'élève en général de 0°,2 environ. Quelquefois, cependant, quand la dose ingérée dépasse 0g,08, elle devient légèrement fébrile et atteint 38°, sans que cette augmentation se prolonge plus de deux ou trois heures après l'injection. La respiration s'accélère, croissant de quatre à cinq mouvements inspiratoires par minute. Le symptôme le plus constant et le plus marqué, c'est l'accélération des mouvements du cœur, qui s'élèvent de 82 à 102 pulsations par minute, et, dans quelques cas, de 86 à 110. Quant aux autres phénomènes sur la sensibilité, la motilité, la nutrition générale, le sommeil, les fonctions psychiques, il ne paraît pas que la cocaïne ait d'action bien évidente.

MM. Bubnoff et Heidenhain (1) ont fait l'étude approfondie d'un des phénomènes les plus curieux du système nerveux. C'est une de ces fonctions sur laquelle les travaux persévérants de M. Brown-Sequard ont appelé, depuis plusieurs années, l'attention du monde savant, et qu'il a nommés phénomènes d'inhibation ou de dynamogénie. Le mémoire de MM. Bubnoff et Heidenhain contient plusieurs faits qui viennent appuyer l'opinion de l'éminent professeur du Collège de France.

La première partie de ces recherches se rapporte à l'étude des mouvements musculaires provoqués par l'excitation de certaines circonvolutions cérébrales. Leurs expériences ont été toujours faites sur des chiens morphinisés. D'après eux, la durée totale de la réaction, c'est-à-dire le temps qui s'écoule depuis le début de l'excitation du cerveau jusqu'au moment de la contraction du muscle, est très variable et dépend de l'intensité de l'excitation. Plus l'excitation est forte, plus la réponse est rapide, et, inversement, la réponse est lente quand l'excitation est faible. Ces résultats diffèrent de ceux que MM. Franck et Pitres avaient obtenus. Il est vrai que les expérimentateurs français prenaient des chiens non narcotisés, tandis que les auteurs allemands prenaient des chiens morphinisés; mais, dans deux expériences, ils se sont assurés que, sur des chiens non intoxiqués, les réactions étaient les mêmes. En même temps que le temps diminue, la hauteur de la secousse croît. La hauteur de la secousse croît aussi, et la période latente de la réponse diminue, quand il y a une série d'excitations égales qui provoquent un accroissement d'excitabilité. Les chiffres suivants indiquent bien cette triple relation :

Excitations.	Période latente de la réaction en centièmes de seconde.	Hauteur de la secousse en millimètres.
—	—	—
1	7,5	1,5
2	6,0	4,5
3	5,0	12,0
4	4,5	17,0
5	4,0	21,0
6	3,5	29,5

Ainsi que MM. Franck et Pitres l'avaient dit, la réaction devient plus forte et plus rapide après qu'on a enlevé une mince couche de l'écorce cérébrale, soit ce qu'on a supposé être le centre psycho-moteur (substance grise); mais M. Heidenhain semble penser que ce résultat est dû simplement à une augmentation de l'excitabilité directe de la substance blanche sous-jacente. L'explication qu'il en donne à ce propos est assez ingénieuse. Il attribue, en effet, une influence extrême sur l'excitabilité cérébrale à l'excitation périphérique, qui, lorsqu'elle est forte, peut ralentir la réponse des muscles. Si on mesure la réponse d'un muscle à l'excitation corticale, et qu'ensuite on fasse la même expérience pendant qu'on excite simultanément le nerf sciatique, on remarque que la réponse se ralentit et devient beaucoup moins forte. Ainsi une excitation périphérique peut produire des phénomènes inhibitoires qui diminuent et ralentissent la réponse des muscles aux excitations corticales. Peut-être l'ablation de la couche corticale de substance grise agit-elle en supprimant certaines de ces excitations d'arrêt venues de la périphérie.

Non seulement les excitations de la périphérie exercent une action inhibitoire sur les mouvements corticaux, mais encore ils semblent exercer, dans certains cas, une action dynamogénique. Ce phénomène s'observe bien, surtout lorsque les chiens ont été intoxiqués, au préalable, par une forte dose de morphine, de manière à être plongés dans une profonde torpeur, sans que cependant l'excitabilité de la substance grise ait complètement disparu. Dans ce cas, on voit que les excitations faibles, qui n'avaient pas agi d'abord, peuvent devenir efficaces lorsqu'on a accru l'excitabilité du cerveau par l'excitation tactile de certaines régions de la surface cutanée du corps. Ainsi les excitations tactiles peuvent tantôt diminuer, tantôt augmenter, l'excitabilité du cerveau. On voit de quelle complexité extrême est le mécanisme de la vie psychique, puisque chaque excitation qui porte à la périphérie du tégument sensible peut agir soit dans un sens, soit dans un autre, suivant des conditions qui nous sont encore bien mal connues.

Il y a donc dans le cerveau, et c'est la conclusion générale du travail important de MM. Bubnoff et Heidenhain, des vibrations d'excitation et des vibrations d'inhibition. Ce sont ces dernières qui déterminent, suivant leur direction et leur intensité relatives, l'intensité et la rapidité de la réaction motrice définitive.

(1) *Uber Erregungs und Hemmungsvorgänge in den motorischen Hirncentren.* — *Archives de Pflüger*, t. XXVI, octobre 1881, p. 137 à 200.

Il est probable que les manifestations de l'hypnotisme sont dues à quelque phénomène analogue. Peut-être même y a-t-il des phénomènes plus complexes encore, soit l'impuissance à la volonté de produire des phénomènes d'arrêts normaux sur les mouvements automatiques.

M. Charcot (1) a fait sur les hystériques des expériences qui confinent de trop près à la physiologie pour qu'il n'en soit pas question ici. On sait que, dans l'état hypnotique, l'excitabilité des nerfs et celle des muscles sont devenues considérables. Or il paraît qu'il en est de même pour les centres nerveux. Si, en effet, on fait passer un courant électrique à travers la tête, de manière à exciter la région rolandique, sur une personne saine, ce courant ne produira aucun effet. Mais si l'on agit sur une hystérique hypnotisée, les secousses galvaniques détermineront des mouvements dans les membres du côté opposé, tout à fait analogues à ce qu'on voit quand on excite directement l'écorce cérébrale. Il est donc vraisemblable que ces courants, inefficaces sur des personnes saines, sont devenus efficaces sur des sujets hypnotisés parce que l'excitabilité de l'écorce cérébrale est devenue beaucoup plus grande. Il est vrai que, dans une autre série d'expériences, M. Charcot a constaté que les mouvements produits chez les sujets hypnotisés par l'excitation électrique du crâne avaient lieu du même côté, et non du côté opposé, comme cela avait été constaté par lui-même dans une très nombreuse série de premières expériences. Il est donc, quant à présent, impossible de décider s'il s'agit d'une action réflexe, dont la dure-mère serait le point de départ, ou d'une action directe de l'électricité sur les cellules cérébrales devenues très excitables.

Ce qu'on peut dire de certain, c'est que, lorsqu'un courant électrique est appliqué à l'extérieur du crâne, le courant traverse la masse encéphalique. Une expérience ancienne de M. Erb, que M. Charcot a répétée en la perfectionnant, démontre qu'il en est ainsi. On place une grenouille galvanoscopique dans la boîte crânienne d'un cadavre, et on la met en communication par deux fils métalliques avec la masse cérébrale de ce cadavre. On constate alors que quand le courant électrique est appliqué à la surface du crâne, chaque clôture et chaque rupture provoquent la secousse de la patte.

M. Balzer (2) a fait des recherches micrographiques sur ce qu'on appelle communément la dégénérescence granulo-graisseuse dans les maladies infectieuses, sur laquelle, à vrai dire, on est peu d'accord. Il est vraisemblable que cette soi-disant dégénérescence n'est pas due à l'infiltration de graisse dans les tissus, mais à la pénétration de ces tissus par des microbes. Des micrococus s'accumulent dans le protoplasma des cellules du tissu conjonctif et donnent alors l'apparence de granulations graisseuses, quoiqu'elles n'en aient pas les réactions chimiques. En effet, elles se colorent par le violet de méthylaniline et ne noircissent pas par l'acide osmique. Dans l'ictère grave, M. Balzer a trouvé des microbes disséminés ainsi dans tous les tissus. Il est donc probable que l'ictère grave est une maladie infectieuse parasitaire.

(1) *Bulletin de la Société de biologie*, séance du 6 janvier 1881. — A partir de cette année, les *Bulletins de la Société de biologie* forment une publication spéciale paraissant chaque semaine et donnant avec détails les diverses communications faites à la Société.

(2) *Recherches sur la dégénérescence granulo-graisseuse dans les maladies infectieuses, parasitisme, du xanthelasma et de l'ictère grave.* — *Bulletin de l'Acad. de médecine*, séance du 10 janvier 1882.

M. Roth (1) a examiné au microscope la structure anatomique de muscles épuisés par des excitations électriques fortes et multipliées. Il a observé alors une hypérémie notable de l'organe et de petites ecchymoses disséminées dans l'intérieur de la fibre musculaire. Les fibres musculaires étaient devenues très fragiles et dans les espaces interfibrillaires des disques hyalins très nombreux. En outre, des cellules migratrices très abondantes étaient répandues dans tout l'intérieur du muscle. En somme, il y avait une dégénérescence tout à fait analogue, au point de vue anatomique, à celle qu'on a observée dans les muscles des malades morts de fièvre typhoïde. Peut-être les lésions anatomiques tiennent-elles autant à la régénération commençante qu'à la dégénérescence même de la fibre musculaire.

M. Langgaard (2), médecin qui exerce au Japon, a étudié les effets toxiques d'une plante qu'on appelle en japonais *Miama chikimi*, et qui est probablement le *Sternanis Japonica* (*Illicium religiosum* de Siebold). Cette plante ressemble beaucoup à l'*Illicium anisatum*, qui est d'un usage assez fréquent dans la pharmacie japonaise, et même qui est quelquefois employé en Europe. L'*Illicium anisatum* a une odeur agréable d'anis, tandis que la plante japonaise est désagréable au goût et a une saveur poivrée.

Cinq enfants s'étant empoisonnés avec les graines de cette dernière plante, M. Langgaard voulut étudier son action toxique; mais il ne put pas faire la préparation de la substance active à l'état pur ou cristallisé, quoiqu'il s'agisse là probablement d'un alcaloïde. Voici comment il procéda. Les racines, broyées et concassées, étaient traitées par l'alcool; le liquide alcoolique filtré, évaporé, repris par l'eau, était précipité par l'acétate de plomb. Ce précipité, traité par l'hydrogène sulfuré, se dissolvait dans l'eau; et c'est cette partie, soluble dans l'eau, qui servait d'extrait.

Les expériences de M. Langgaard, faites, soit sur des lapins, soit sur des grenouilles, établissent que dans toutes les parties de la plante, bois, racine, écorce, fruit, et surtout graines, il y a un poison qui agit en provoquant des contractions et des convulsions, comme la picrotoxine, et peut-être comme la strychnine. Chez les grenouilles, d'abord l'excitabilité réflexe diminue, par suite, probablement, de l'exci-

(1) *Experimentelle Studien uber die durch Ermüdung hervorgerufenen Veränderungen des Muskelgewebes.* — *Archives de Virchow*, 1881, t. LXXXV, p. 95.

(2) *Uber die Giftwirkung von Japanischen Sternanis* (*Illicium religiosum Sieb.*). — *Archives de Virchow*, 1881, t. LXXXVI, fascicule 3, p. 222 à 240.

tation des centres modérateurs; puis, l'excitabilité de la moelle augmente et détermine des convulsions. Comme les centres bulbaires subissent l'action du poison aussi bien que les portions médullaires sous-jacentes, on observe un accroissement de fréquence de la respiration et un ralentissement du cœur. La mort survient par asphyxie, quand la dose est faible; par syncope, quand la dose est plus forte.

M. Schmidt-Rimpler (1) a cherché à savoir si l'opinion générale relative à l'excitabilité de la rétine et du nerf optique par les excitations mécaniques était justifiée.

Pour cela, il a pris pour sujets d'étude des jeunes gens dont l'œil avait été auparavant énuclé. Il a constaté alors que le moignon de nerf optique, qui se trouvait au fond de la cicatrice, était, chez quelques individus, directement excitable par le contact d'un corps mécanique quelconque.

L'excitation mécanique produisait le même effet de perception que l'excitation électrique (éclair lumineux). Sur six personnes qui se prêtèrent à l'expérience, il y en eut deux chez qui la sensation lumineuse, provoquée par l'attouchement du nerf optique, fut tout à fait identique à la sensation lumineuse provoquée par l'excitation électrique. Chez les quatre autres, il n'y eut pas de réaction analogue. Mais les faits négatifs ont beaucoup moins de valeur dans cette expérience que les faits positifs, car il y a eu peut-être une atrophie partielle du nerf optique ou une rétraction de ce nerf vers le fond de l'orbite. Il demeure donc prouvé que l'excitation mécanique du nerf de la deuxième paire est apte à provoquer l'excitation du nerf, et, conséquemment, celle des centres vers lesquels il se rend.

Notice nécrologique sur Charles Bélanger.

M. Charles-Paulus Bélanger est mort le 18 novembre 1881, au jardin botanique de Saint-Pierre (Martinique), qu'il dirigeait depuis trente ans.

Né à Paris le 29 mai 1805, M. Bélanger se voua de bonne heure à l'étude des sciences naturelles.

En 1825, il quittait la France pour les Indes orientales, accompagnant M. le vicomte Desbassayns qui allait par la route de terre prendre possession du gouvernement de notre colonie de Pondichéry.

M. Bélanger devait mettre à profit ce long voyage pour réunir de nombreux documents ethnographiques et de précieuses collections.

Il traversa l'Allemagne, la Pologne, la Russie méridionale, la Géorgie et les provinces persanes sous la domination russe ; pénétrant ensuite dans la Perse proprement dite, il en explora du nord au sud la partie occidentale, s'embarqua à Bouckir, fit une courte relâche à Mascate, débarqua à Bombay, visita l'île d'Élepkanta, fit pendant trois mois sur la côte de Malabar des recherches très fructueuses, franchit les Gâtes occidentales, traversa la péninsule en deçà du Gange par Maïssour et arriva à Pondichéry à la fin de mars 1826 après un voyage de quatorze mois.

Une fois établi à Pondichéry où il dirigea la création d'un jardin botanique, M. Bélanger fit trois grandes excursions : l'une dans le Carnate et sur la côte de Coromandel, l'autre au Bengale et dans le pays des Birmans, la troisième à Java.

En 1829, un rapport présenté à l'Académie des sciences par Georges Cuvier et signé par MM. Geoffroy Saint-Hilaire, Latreille, Duméril, Desfontaines, de Mirbel et Cassini rendait compte en termes élogieux des travaux de M. Bélanger.

« Indépendamment, dit le rapporteur, des avantages que l'établissement, qu'il dirigeait à Pondichéry, a retirés de ses voyages, ils ont permis à M. Bélanger de former pour le Muséum de Paris de belles collections zoologiques et botaniques.

« C'est par milliers qu'il faut compter les diverses productions naturelles qu'il s'y est procurées...

« Ces différents herbiers présentent plus de douze cents espèces nouvelles.

« Partout M. Bélanger, loin de s'en tenir à la pure histoire naturelle, réunissait non seulement ce qui avait trait à l'agriculture, à la médecine et aux arts; mais il ne négligeait rien de ce qui pouvait éclairer la géographie et la statistique des pays qu'il parcourait; les diverses races d'hommes, leurs nuances, leurs langages, leurs caractères, ont attiré son attention.

« En ce qui concernait ses collections botaniques, M. Bélanger avait joint à chaque plante les noms qu'elle a reçus dans les langues des différents pays où elle croît et des notes sur sa hauteur, son aspect, la couleur de ses fleurs, et enfin tous les renseignements qui peuvent faire connaître les propriétés utiles ou nuisibles de certains végétaux et les idées superstitieuses qui s'y rattachent. Enfin, dit en terminant l'illustre rapporteur, pour bien apprécier ce que M. Bélanger a mis de persévérance dans ses recherches et de générosité dans ses dons, il faut se rappeler qu'il n'avait d'autre mission que celle de diriger le jardin royal de Pondichéry; que, dans tout ce qu'il a fait d'ailleurs pour l'histoire naturelle, il n'a été inspiré et soutenu que par son propre zèle, qu'aucune rétribution ne lui a été allouée par le Muséum ni par l'administration; et l'on trouvera sans doute que ces circonstances doivent puissamment accroître la reconnaissance des amis des sciences. »

A la même époque, MM. Abel de Rémusat et Eugène Burnouf rendaient compte à l'Académie des inscriptions et belles-lettres des succès obtenus par M. Bélanger dans ses recherches relatives à l'ethnographie et à la littérature orientale, en décrivant les collections qu'il avait soumises à leur examen.

En 1832, M. Bélanger dut à ses travaux scientifiques la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

En 1850, il fut chargé de la direction du jardin botanique de la Martinique qu'il transforma rapidement en un établissement scientifique important.

Le jardin de la Martinique est devenu, grâce à lui, un précieux entrepôt de plantes rares et le seul de nos colonies où les établissements similaires de la métropole puissent s'approvisionner.

Pendant son séjour à la Martinique, M. Bélanger n'a cessé d'enrichir de ses collections nos musées nationaux; et, comme commissaire des expositions coloniales, il a su donner un remarquable éclat aux expositions de cette colonie à Paris.

(1) *Zur specifischen Reaction des Sehnerven auf mechanischen Reize.* — *Centralblatt f. d. m. W.*, 1882, n° 1.

Promu officier de la Légion d'honneur en 1878, pour la part qu'il avait prise à l'exposition universelle, il devait encore à son séjour à la cour du roi de Perse, Abbaz-Mirza, lors de son voyage aux Indes, la croix de commandeur de l'ordre du Lion et du Soleil.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 23 JANVIER 1882.

Chimie. — M. *Berthelot* a fait des expériences qui lui ont révélé l'existence de l'onde explosive.

Cette onde a pour premier caractère de se propager uniformément, comme le montrent les expériences faites avec les mélanges oxyhydriques et les mélanges oxycarboniques, expériences exécutées successivement dans les tubes de plomb, de caoutchouc et de verre, sous des longueurs qui ont varié de 40 à 30 mètres et à 20 mètres.

La vitesse de l'onde explosive dépend essentiellement de la nature du mélange explosif, et non de la matière du tube qui le contient (plomb, caoutchouc).

L'influence du diamètre du tube sur la vitesse de l'onde est manifeste dans un tube capillaire. Cependant la diminution, même dans ce cas extrême (2390 mètres au lieu de 2840), n'est pas excessive, et il est probable que la vitesse deviendrait de moins en moins dépendante du diamètre, à mesure que l'accroissement de celui-ci laisserait plus de liberté aux mouvements propres des particules gazeuses et diminuerait les frottements.

La vitesse de l'onde explosive est indépendante de la pression; celle-ci ayant varié, dans les expériences, entre des limites comprises de 1 à 3, toujours au voisinage de la pression atmosphérique. C'est là une propriété fondamentale, car elle établit que la vitesse de propagation de l'onde explosive est régie par les mêmes lois générales que la vitesse du son.

La relation théorique qui doit exister entre la vitesse de l'onde explosive et la nature chimique du gaz qui la transmet est difficile à établir, cette vitesse dépendant des températures, et celles-ci n'étant pas les mêmes dans la combustion de deux systèmes différents.

— M. *Fr. Veil* fait quelques remarques relatives à la note de MM. Mignon et Rouart, sur les procédés de cuivrage.

Il décrit les inconvénients que présentent les bains renfermant moins d'acide organique, par exemple 1 équivalent ou 2 équivalents d'oxyde de cuivre pour un seul équivalent d'acide organique. Ces bains ne peuvent servir qu'au bronzage et ne cuivrent pas en rouge pur.

Il démontre aussi qu'un séjour de très courte durée dans des bassins alcalino-organiques est suffisant pour que le cuivrage à faible épaisseur qui en résulte protège complètement le fer de l'attaque des acides, de sorte qu'on pourrait sans danger continuer le cuivrage à forte épaisseur dans des bains de cuivre, acidulés même par des acides minéraux.

Physique. — M. *Ch.-V. Zenger* trouve plusieurs avantages à employer la lumière monochromatique pour les observations spectroscopiques.

L'irradiation sera détruite ou réduite au minimum par la dispersion très puissante et par l'usage de la lumière extrême rouge ou violette.

La netteté extraordinaire des images spectroscopiques permettra des grossissements plus forts qu'auparavant.

La lumière réellement monochromatique du champ visuel doit faire disparaître la confusion produite par les bandes d'interférence, dues à la lumière qui rase le bord et qui pénètre dans l'atmosphère de Vénus; dès lors, l'apparition de raies rouges et noires pourra fournir le moment réel du contact, tandis que, avec les bandes observées dans la lumière blanche, il se produit une succession rapide de spectres d'interférence dus à la lumière intense qui pénètre dans l'atmosphère de Vénus et à celle qui est réfléchie par le bord de la planète. La dispersion puissante diminuera l'intensité des rayons réfléchis, de manière à les faire disparaître à côté de la lumière directe du soleil passant dans l'atmosphère et très près de celle-ci.

Enfin, on peut espérer obtenir des photographies beaucoup plus nettes à la lumière monochromatique, avec le parallélipipède, qu'avec tout autre espèce de spectroscope, à vision directe ou non.

— M. *G.-A. Hirn* présente le résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1881, en quatre points du haut Rhin et des Vosges.

— M. *J. Serra-Carpi* a déterminé, au moyen du microphone, la position des nœuds et des ventres dans les colonnes d'air vibrantes.

Lorsqu'on porte successivement un microphone dans diverses tranches de la colonne d'air vibrante d'un tuyau d'orgue dont le son fondamental était *do*, on peut, avec un téléphone, reconnaître aisément si la sonde passe par un nœud ou par un ventre. La présence d'un nœud est indiquée par un roulement, semblable aux bruits qu'on entend dans la lame d'un téléphone lorsqu'un courant induit traverse le fil de cet instrument. Au contraire, quand la sonde se trouve dans un ventre, les bruits deviennent très éloignés et très rares. Dans les tranches intermédiaires, les bruits deviennent de moins en moins rapprochés à mesure qu'on marche d'un nœud vers un ventre.

— M. *E. Renou* : Sur la hauteur barométrique du 17 janvier 1882.

— M. *Faye* fait quelques remarques à l'occasion de la communication de M. Renou.

Cette aire de haute pression si extraordinaire qui pèse sur une partie de l'Europe doit s'étendre aux côtes de la Méditerranée et donne l'explication d'un phénomène que M. Naudin signalait récemment dans une lettre du 20 janvier qui s'y rapporte.

« Il s'agit de la *diminution* de la mer à Antibes et localités voisines. Depuis une quinzaine de jours, son niveau a baissé de plus de $0^m,30$, laissant à nu des fonds sur lesquels de petites barques naviguaient très aisément jusque-là. Dans une espèce de petite rade, qui est à l'entrée d'Antibes, on peut aujourd'hui récolter *à pied sec* les herbes marines, algues, *Posidonia*, etc., ainsi que des holothuries et autres animaux marins, tout étonnés de recevoir directement les rayons du soleil.

... Vidi factas ex æquore terras,
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ.

« Faut-il attribuer cet abaissement de niveau à un soulèvement lent du sol? C'est ce qui semblerait le plus naturel.

Peut-être y a-t-il connexion entre ce fait et une éruption sous-marine qui, disent les journaux, vient d'avoir lieu dans la mer Ionienne. Les gens du pays, tout en s'étonnant de voir la mer si basse, ne vont pas en chercher la cause si loin. Pour eux, c'est tout simplement le beau temps dont nous jouissons, presque depuis le commencement de janvier, et qui rappelle tout à fait le printemps. Dans le milieu du jour, le soleil paraît presque trop chaud. »

Minéralogie. — M. *A. Michel-Lévy* continue ses travaux sur les bandes concentriques des feldspaths.

Il a cherché quelles sont les positions d'égale intensité lumineuse que peuvent prendre, entre les nicols croisés, deux minéraux juxtaposés en plaque très mince, ainsi que leur mélange submicroscopique.

Voici les résultats de l'application de cette méthode à l'étude des feldspaths présentant des bandes concentriques, des facules, des extinctions ondulées, entre les nicols croisés, en lumière parallèle.

Il existe quatre positions à angle droit, d'égale intensité lumineuse, dans lesquelles les cristaux des feldspaths paraissent entièrement homogènes ; non seulement les bandes concentriques et les facules disparaissent, mais encore les lamelles hémitropes, suivant les lois de l'albite et du péricline, s'effacent également.

Dans le cas des associations d'orthose, de microline et d'albite, découvertes par M. des Cloizeaux, l'orthose ne se distingue plus, dans ces quatre positions, du microcline ; les filonnets d'albite ressortent sur un fond commun d'intensité uniforme.

Dans les feldspaths tricliniques intermédiaires entre l'albite et l'anorthite, les bandes excentriques, souvent nombreuses, s'effacent simultanément dans le cristal fondamental; mais les positions d'égale intensité lumineuse, pour les bandes concentriques, ne correspondent plus à l'effacement des lamelles hémitropes.

On ne trouve aucune position dans laquelle les bandes concentriques prennent toutes la même intensité lumineuse.

Physiologie. — M. *A. Sabatier* étudie la spermatogenèse chez les annélides et les vertébrés.

Les groupes cellulaires composés d'une grande cellule centrale ronde et claire (élément femelle) et de petites cellules périphériques aplaties (élément mâle) appliquées à la surface de celle-ci, groupes que M. Balbiani considère comme des ovules primordiaux entourés de cellules épithéliales et par conséquent comme de jeunes follicules de Graaf mâles, ne sont autre chose que le spermatospore primitif recouvert des protospermoblastes, qui deviennent plus ou moins saillants à la surface de la cellule mère. Ce premier phénomène de bourgeonnement superficiel a d'ailleurs été observé par La Valette Saint-George, qui lui attribue la formation des cellules de ce qu'il appelle le *spermatocyste.*

— M. *C. Dareste* recherche quel est le rôle de l'amnios dans la production des anomalies.

Il a pris pour ses expériences un fœtus de mouton qui présente des déviations de toute sorte; l'amnios, complètement adhérent avec la peau de l'embryon, dans une grande partie de la région cervicale et de la région dorsale, n'a pu être enlevé en totalité. Un lambeau persistant de cette membrane forme une sorte de gaine qui enveloppe et comprime les pattes postérieures : c'est cette compression qui a manifestement renversé en arrière les doigts des pattes postérieures. Cette gaine est elle-même soudée avec un lambeau du capuchon céphalique, qui a été ainsi renversé en arrière et latéralement, et qui a entraîné la tête avec lui. Le cordon ombilical se trouve engagé dans cette adhérence, qui unit entre elles la partie céphalique et la partie caudale de l'amnios.

Les adhérences de l'amnios avec la peau de l'embryon établissent, avec une complète évidence, que la date de ces événements tératologiques est très ancienne ; car elles n'ont pu se produire que lorsque la peau n'était pas définitivement constituée et ne s'était pas encore revêtue de ses poils laineux.

Cette pièce présente donc la réalisation complète des idées que l'auteur professe depuis longtemps sur la tératogénie. Elle montre comment les déviations, et particulièrement le pied-bot congénital, l'une des anomalies les plus fréquentes dans l'espèce humaine, sont la conséquence de la compression du corps de l'embryon, par l'amnios arrêté dans son développement.

— M. *E. Mer* a fait des expériences sur la végétation à l'air des plantes aquatiques.

Ces expériences l'ont autorisé à penser que, si certaines plantes aquatiques ne peuvent pas former de rameaux à l'air libre, c'est seulement parce que leurs tissus sont impuissants à résister à une transpiration active et non, ainsi qu'il arrive pour les plantes aériennes qu'on immerge, parce qu'elles sont incapables de s'y développer et de s'y nourrir. Elles peuvent vivre à l'air, à condition que celui-ci soit humide, et y produire de l'amidon parfois avec plus de facilité que sous l'eau. Certainement si, au lieu d'opérer sur des fragments détachés, on appliquait le dispositif précédent à des individus intacts, sans les sortir de leur station naturelle, on obtiendrait des organes moins exigus. Mais si les plantes aquatiques peuvent développer à l'air des rameaux qui y fonctionnent et y vivent, il en est fort peu chez lesquels la même feuille puisse fonctionner dans les deux milieux. Ce cas ne se rencontre que dans celles qui possèdent des tissus assez consistants pour résister à une active transpiration. Telles sont les feuilles d'*Isoetes* et *Littorella lacustris,* les parties émergées des feuilles de *Typha, Sparganium ramosum, Carex ampullacea,* etc. A cette catégorie de plantes seule conviendrait la dénomination d'amphibies, et encore le sont-elles rarement dans toutes leurs parties, car si la portion immergée d'une feuille de *C. ampullacea, Sp. ramosum,* peut vivre à l'air, en revanche la partie émergée ne saurait végéter dans l'eau.

Mathématiques. — M. *G. Darboux :* Sur la représentation sphérique des surfaces.

— M. *Laguerre :* Sur quelques équations transcendantes.

— M. *H. Poincaré :* Sur les fonctions fuchsiennes.

— M. *Saltel :* Sur un moyen d'étendre la théorie des imaginaires, sans faire usage des imaginaires.

— M. *E. Brassine :* Nouvelle manière d'employer le principe de la moindre action, dans les questions de dynamique.

BIBLIOGRAPHIE

Publications nouvelles.

Carte géologique du Sahara, du Maroc à la Tripolitaine et de l'Atlas au Ahaggar, par M. *G. Rolland*.

— Augustin Normand et Frédéric Sauvage, par *J.-A. Normand*. — Paris, chez Gauthier-Villars, in-4°.

— Chemin de fer d'Alger a Laghouat. — Mémoire sur le projet établi et présenté par M. *Lépiney*. — Alger, chez A. Jourdan, 1881, in-4°.

— Étude sur l'osmose des liquides, au point de vue historique et physique et de ses principales applications, par M. *Doumerc*. — Bordeaux, chez Gonnouilloux, 1881, in-8°.

— Nécessité d'installer une inspection départementale dans les établissements insalubres, par M. *Bertherand*. — Paris, chez Perrot, 1881, in-8°.

— De l'action physiologique et thérapeutique du phosphore pur et de son emploi dans le traitement curatif de la bronchite chronique, de l'emphysème et de la phtisie pulmonaire, par le docteur *Jules Félix*. — Librairie Manceaux, Bruxelles, 1881.

— Dictionnaire de chimie de M. Wurtz (Supplément, fascicule 4). — Articles chrome, — chrysème, — cinchonine, — cinnamique, — cobaltamine, — coralline, — coumarine, — créosote, — crotonique, — cuivre, — cyanamides, — cyanures métalliques, — cymène, — densité, — diazoïque (corps).

CHRONIQUE

Faits géographiques.

Le dépôt de la guerre a été transformé en une sous-direction du « Service géographique de l'armée », à la tête de laquelle est aujourd'hui placé le colonel Perrier, membre de l'Institut.

— Un survivant de l'expédition Flatters, sergent aux tirailleurs indigènes, s'est échappé des mains des Touareg et a été recueilli par une de nos colonnes près Géryville. D'après son récit, les populations noires de Timbouctou, alliées aux Touareg, se seraient, à l'occasion, opposées au passage de notre expédition transsaharienne.

— Le 21 décembre, les PP. Richard, Moret et Poufredot, des missions d'Alger, ont été assassinés à deux journées de marche de Ghadamès.

— Au Sénégal, le capitaine Delanneau, de l'expédition Borgnis-Desbordes, a été chargé de reconnaître le cours du Bakhoy.

— M. Gaboriaud vient de faire à la Société de géographie commerciale le récit de son exploration dans le Fouta-Djallon. Il a suivi à peu près l'itinéraire relevé d'abord par M. Aimé Olivier et ensuite par le docteur Bayol, de Boké à Timbo, et il est revenu à la côte en traversant les plateaux qui séparent le Rio-Grande du Rio-Cassini.

— M. Bayol, qui rendra compte prochainement à la Société de géographie de la partie scientifique de son expédition, est allé de Timbo à Médine sur le *Sénégal*. Au point de vue géographique, c'est assurément la partie de son voyage qui nous intéresse le plus.

— La Société allemande d'exploration africaine envoie une expédition dans la région comprise entre l'Ogooué et la Bénoué. On se rappelle qu'un officier russe, M. Rogozinski, a soumis à la Société de géographie un plan d'exploration dans les mêmes régions et exprimé l'espoir de trouver un compagnon parmi nos compatriotes.

— M. de Brazza vient de fonder une troisième station sur le haut Alima. C'est de là qu'il lancera sur cet affluent du Congo la chaloupe à vapeur démontable que le docteur Ballay a emportée dernièrement.

— Les Sociétés religieuses anglaises et américaines augmentent considérablement le nombre de leurs missions ou établissements sur les bords du Congo.

— Le voyageur allemand Bruckner, qui vient de faire le voyage du Loanda au Mouata-Yanvo, a particulièrement étudié le bassin de la rivière Kassai. Presque tous ses affluents se dirigent parallèlement du sud au nord. La Kassai, qui se jette dans le Congo, sous l'équateur, est une grande et belle rivière qui, par 8° de latitude sud, a encore 120 mètres de largeur et 3 mètres de profondeur.

— M. O'Neill, consul anglais à Mozambique, explore la région comprise entre la côte et la partie sud du lac Nyassa.

— Le R. Johnson vient de faire dans l'intérieur du Mozambique un voyage au lac Chiloua, qu'il suppose être la source de la Lujende, affluent du fleuve Rovuma. Ce voyageur se propose d'aller explorer la région située au nord de Zanzibar, entre la côte et les monts Kilimandjaro.

— La mission scientifique et industrielle, dirigée par M. Pavia d'Andrada, est de retour en Europe.

— Les voyageurs allemands Böhm, Kayser et Reichard, qui sont établis à Kakoma, près du lac Tanganika, pensent transporter leur station à Gounda, capitale de l'Ougounda.

— Un explorateur hollandais, M. Schuver, s'est avancé de Khartoum jusque chez les Galla-Legha, au sud de Fadassi. Il espère pouvoir descendre jusqu'au sixième degré de latitude nord.

— Un voyageur italien, M. Piaggia, qui se proposait d'explorer les contrées voisines, vient de succomber, sans qu'on sache encore à quelles causes attribuer sa mort.

— M. Raffray, récemment arrivé de l'Abyssinie, rendra prochainement compte à la Société de géographie de ses excursions dans ce royaume, dont le roi est, paraît-il, constamment en expéditions militaires ou religieuses.

— Notre établissement d'Obock, dans lequel il faut voir une station, un dépôt d'approvisionnements et non le germe d'une future colonie, vient d'être relié avec Marseille et le golfe Persique, par une ligne régulière de navires à vapeur.

— Les derniers nivellements opérés dans la région aralo-caspienne démontrent la possibilité et la facilité de faire reprendre à l'Oxus son ancien cours vers la Caspienne.

— Le docteur Regel, qui vient d'explorer le Karategine et le Darwaz, reprendra au printemps ses excursions dans le Pamir. Il a rencontré dans le district de Chugnan des indigènes qui parlent une langue parfaitement distincte et ayant beaucoup de ressemblance avec les langues européennes.

— M. et Mme de Ujfalvy sont de retour de l'Inde. M. de Ujfalvy a rapporté du Cachemire et du Baltistan de fort belles photographies et d'importantes collections.

— Le professeur Mantegazza, accompagné de MM. Michela et A. Fabbricotti, est allé explorer le Sikkim et le Népaul.

— Notre compatriote, M. Cottéau, après avoir traversé l'Europe et la Sibérie en quatre-vingt-dix jours, s'est rendu du Japon à Shang-haï et a remonté le Yang-tse-Kiang jusqu'à Han-Kéou.

Il a ensuite visité rapidement les côtes de la Chine méridionale et de l'Indo-Chine et vient de rentrer en France par Singapoure et le canal de Suez.

— Un autre voyageur français arrive aussi de la Sibérie, qu'il a étudiée plus à loisir, car il avait été envoyé par des compagnies russes pour examiner les mines aurifères, argentifères et autres, depuis la chaîne de l'Oural jusqu'à Vladivostock sur la mer du Japon. On peut visiter tous les jours à la Société de géographie la belle collection de photographies, cartes, costumes, échantillons minéralogiques, etc., rapportés par M. Martin à la suite de son long séjour dans l'Asie septentrionale.

— M. Crevaux écrit qu'il va gagner les sources du rio Pilcomayo en Bolivie, et qu'il descendra le cours entier de cet affluent du Paraguay.

— M. Le Plongeon, qui a passé dix-huit mois à faire des fouilles dans le Yucatan, a rapporté quantité de photographies d'objets découverts dans les ruines d'Uxmal et de Mayapan. Un résultat heureux de ses travaux serait, paraît-il, la découverte de la clef de l'ancien alphabet Maya.

— De son côté, M. D. Charnay est retourné au Yucatan, et il écrit de Mérida qu'il vient de prendre les estampages d'Uxmal et se prépare à gagner Chichen-itza.

— Aux États-Unis, on organise une expédition dans le but de poursuivre, dans les parages indiqués par le capitaine Adams, les recherches des restes de l'expédition de Franklin.

— L'expédition danoise au Groënland a exploré toute la partie sud de la péninsule jusqu'à la hauteur du Tessermjut fjord; son commandant, le lieutenant Holm, a aussi déterminé avec une grande précision la position du cap Farewell.

Les dernières dépêches de Sibérie n'apportent malheureusement aucune nouvelle du commandant de Long, de la *Jeannette*, et des dix-huit hommes qui montaient avec lui une des trois embarcations sur lesquelles l'équipage a gagné les côtes de Sibérie. Pas de nouvelles non plus de la seconde embarcation commandée par le lieutenant Chip. Toutefois les recherches se poursuivent activement et ont déjà eu pour résultat la découverte de trois lettres laissées par le capitaine de Long dans des huttes abandonnées. On a également retrouvé

des instruments et le journal de bord enfouis dans la terre et indiqués par des perches.

Huit hommes de la *Jeannette*, conduits par le lieutenant Dannenhauer, sont arrivés à Irkoutsk.

Ils vont repartir pour coopérer aux recherchés organisées sur les côtes septentrionales de la Sibérie dans le but de retrouver le capitaine de Long.

Nécrologie. — M. Schwann, l'illustre professeur de Liège, est mort il y a quelques jours. Voici le discours de M. Masius, doyen de la Faculté de médecine de Liège.

Messieurs,

Ce cercueil renferme tout ce qui reste de l'un des plus grands génies dont s'honore l'humanité.

Organe de la Faculté de médecine de Liège, je dois ici comprimer l'émotion que je ressens comme disciple et comme ami, pour vous parler du savant.

Né à Neuss en 1810, Schwann commença ses études universitaires à Bonn; c'est là qu'il fit la connaissance de l'illustre Jean Müller, alors privat-docent, qui l'associa à ses travaux et lui fit entrevoir l'espoir d'une chaire académique. A ce moment, la méthode expérimentale avait commencé à être appliquée aux sciences physiologiques. M. J. Müller en était un des plus fervents adeptes, et l'on peut dire de Schwann qu'il en assura le triomphe.

Ce n'est pas cependant que Schwann fût l'un de ces esprits qui ne voient que les faits seulement et ne voient rien au delà des faits. Au contraire. Peu d'hommes furent doués comme lui de la pénétration qui fait découvrir le général sous le particulier, de la profondeur d'analyse qui met à nu les principes explicatifs des phénomènes.

Mais ce qui caractérise Schwann, c'est la prudence avec laquelle il procède, le soin qu'il met à éliminer les circonstances perturbatrices et à ne tirer aucune conclusion qui ne se dégage strictement et rigoureusement des expériences. Ces qualités se montrent dans ses moindres œuvres. Soit qu'il s'agisse de démontrer que les œufs ne se développent pas dans les gaz irrespirables, ou que la digestion est une opération chimique due à la présence d'une substance particulière qu'il isole et à laquelle il donne le nom de pessine, soit qu'il faille combattre la doctrine des générations spontanées et faire voir que la putréfaction est le fait de germes vivants qui, flottant dans l'air atmosphérique, viennent se déposer sur les substances putrescentes; partout on reconnaît l'expérimentateur exact et précis qui, d'une part, a la conscience du but qu'il poursuit et des sûrs moyens de l'atteindre, et, d'autre part, sait entrevoir, dans les phénomènes accessoires révélés par ses expériences, des idées nouvelles et fécondes, sources de recherches subséquentes. Schwann fut le précurseur de Pasteur; c'est Schwann qui nous a fourni les premières notions sur le rôle des infiniment petits dans les phénomènes pathologiques. La gloire de Lister n'est qu'un reflet de celle de Schwann.

En même temps qu'il se livrait à ces études sur la présence dans l'air de germes d'organismes vivants, il étudiait le phénomène de la contraction musculaire, et montrait le premier que le muscle obéit à la même loi mathématique que les corps élastiques, premier exemple de l'application des formules physiques aux phénomènes vitaux.

Chacune de ses découvertes complètes, profondes et suggestives, dans leurs proportions en apparence modestes, suffirait à la gloire d'un homme; car elles furent le point de départ immuable de découvertes ultérieures; on y a ajouté, on n'en a rien retranché. Mais Schwann avait devant lui de plus hautes destinées. Il devait, à peine âgé de vingt-huit ans, s'illustrer par un travail qui l'a fait surnommer à juste titre le père de la physiologie moderne.

A l'époque où Schwann commença ses travaux — c'était en 1837 — la théorie vitaliste régnait sans contestation. Le moyen âge avait eu son horreur du vide; la physiologie d'alors avait sa force vitale. Cette force, à la façon d'un architecte, bâtissait les organismes d'après un plan, une idée préconçue, sans cependant avoir conscience de cette idée. C'était elle qui donnait à chaque tissu, à chaque organe, son énergie propre, et d'après Jean Müller lui-même, les êtres vivants différaient des corps inertes en ce que l'irritation ne faisait chez les premiers que de developper cette énergie propre de l'organe, quelle que fût d'ailleurs la nature de l'agent irritant.

Or l'esprit lucide de Schwann ne pouvait s'accommoder d'une force inintelligente, accomplissant des actes intelligents. Il était loin de méconnaître la finalité « dont témoigne à l'évidence la nature entière », mais il en voyait la cause dans le créateur et non dans la créature. Il n'y a pas de forces individuelles dans les êtres vivants; le croire, c'est faire de la personnification; mais la matière a été ainsi créée par un être intelligent qu'elle peut par ses arrangements variés produire les phénomènes vitaux et les phénomènes inertes.

Schwann s'attacha donc à démontrer que les premiers phénomènes vitaux s'expliquent par les mêmes forces physiques et chimiques qui engendrent les seconds phénomènes.

Je ne ferai pas devant vous l'histoire de la théorie cellulaire. La découverte de Schwann, il l'a résumée lui-même : tout organisme n'est qu'un composé de cellules. L'unité vivante, c'est la cellule. — Mais ce qui montre le coup d'œil génial de Schwann, c'est d'avoir reconnu immédiatement le principe qui est au fond d'un premier fait découvert. Ce fait, c'était que dans les vertèbres il y avait un organe, la corde dorsale, composée de parties vivant d'une vie propre, et dès lors il se sentit assuré que tous les tissus se comportaient de la même manière. La vérification expérimentale de cette prévision n'était donc pas une simple généralisation, mais la confirmation du principe.

Les organismes se composent donc de cellules, comme le cristal de molécules. La cellule est la molécule vivante. Schwann poursuivit ce parallèle en notant avec soin les ressemblances et les différences.

Selon Schwann, le microscope ne peut aller au delà en profondeur, parce qu'au delà des couches de la cellule comme au delà des lamelles du cristal, il n'y a plus que des molécules, dernier terme à atteindre, mais par la chimie et la physique moléculaires.

« Tous les phénomènes de la vie animale et végétale doivent s'expliquer par les propriétés des atomes, que ce soient les forces que nous connaissons dans la nature inerte ou d'autres forces de ces mêmes atomes inconnues jusqu'ici. La liberté seule établit une limite où l'explication par des forces de ce genre doit nécessairement s'arrêter. Elle nous oblige à admettre chez l'homme seul un principe qui se distingue substantiellement de toutes les forces des atomes par ce caractère essentiel, par la liberté qui est incompatible avec les propriétés de la matière. »

C'est dans une circonstance solennelle que Schwann prononça ces paroles mémorables. Il ne s'est pas prononcé ailleurs sur cette question, mais ce n'est un mystère pour personne qu'il a composé une théorie des organismes où, partant d'une définition de l'atome, il explique les fonctions psychiques des animaux. Il a parlé à bien des personnes de son projet d'en commencer la publication le jour où il serait admis à l'éméritat. La mort, hélas! ne lui en a pas laissé le temps. Des mains pieuses devront se charger de ce soin.

Voilà peut-être la seule satisfaction qui n'ait pas été donnée à Schwann. En effet, Schwann est l'un de ces rares savants qui ait vu ses idées adoptées pour ainsi dire du jour où il les publiait et qui a pu jouir de sa gloire.

Quelle meilleure preuve à donner de la lucidité de sa pensée! Les honneurs sont venus solliciter sa modestie. Sans les rechercher le moins du monde, il les acceptait néanmoins avec plaisir. Il lui était enfin réservé d'assister à la plus imposante glorification dont un homme ait jamais été l'objet. Il y a trois ans et demi à peine, Liège, sa patrie adoptive, la ville chérie où il aurait voulu mourir, voyait accourir dans ses murs, des quatre coins de l'Europe, les sommités de la science qui venaient fêter le savant éminent dont elles se proclamaient toutes les disciples. Les Universités des deux mondes s'associaient à cette fête grandiose, et les adresses de félicitations traversaient les mers et les océans pour donner au héros des témoignages d'admiration et de respect.

En le voyant si fier, si heureux, si rayonnant, si vigoureux d'esprit et de bonne humeur, nous nous plaisions, nous ses disciples, ses collègues et ses amis, nous ses admirateurs, nous nous plaisions à compter pour lui sur de longs jours encore. Nous oubliions qu'il portait en lui depuis longtemps le germe d'une maladie impitoyable. C'est qu'il était si bon, si simple, si affectueux, si généreux! Et voilà que tout d'un coup il nous est ravi loin de nous, loin de sa patrie d'adoption, qui était si fière de l'avoir appelé et qui eût été si fière de posséder sa cendre! Schwann! c'est un disciple maintenant qui vient pleurer son maître sur cette terre allemande qui fut ta patrie; c'est un collègue qui, au nom de tous tes collègues, vient te dire un suprême adieu!

Il nous reste de l'homme un doux et triste souvenir; mais, comme savant, tu as laissé à l'humanité entière le legs le plus précieux : ta propre pensée!

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Ce, rue St-Benoît. [2108]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3. SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 6 11 FÉVRIER 1882

BIOGRAPHIES SCIENTIFIQUES

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

M. J. BERTRAND

Éloge historique de Léon Foucault.

Messieurs,

S'il est vrai, comme on l'a dit, qu'on puisse enseigner tout ce que l'on sait bien, il faut croire que jamais on n'a bien connu l'art d'inventer; il ne se transmet pas, et la production d'une idée nouvelle reste un don de l'esprit plus encore qu'un fruit de l'étude.

La vie de notre ingénieux confrère en fournit un exemple et une preuve; confiant dans un esprit juste et fin et capable d'une patience obstinée, Léon Foucault, prompt à tout comprendre, aurait pu affronter en se jouant les épreuves imposées au début de nos carrières scientifiques, et briller dans tous les concours. Cette ambition ne fut pas la sienne. Son père, éditeur estimé de la belle collection des mémoires sur l'histoire de France, s'était retiré à Nantes avec une modeste fortune. Le jeune Léon y suivit, sans se faire remarquer, les classes d'une petite école. Sa mère, devenue veuve, le ramena à Paris à l'âge de dix ans. Externe d'abord au collège Stanislas, il s'y montra peu docile et peu studieux; Mme Foucault, sans se décourager, et d'accord avec le directeur du collège, remplaça les leçons communes par la règle plus flexible d'un répétiteur intelligent. Affranchi de la contrainte continue imposée par des exercices pour lui trop nombreux et trop longs, il promit de ne remettre à son maître que des devoirs excellents, tint parole et, sans beaucoup d'ardeur, fit de bonnes études; mais la méthode n'est pas à conseiller. Désireuse, comme toutes les mères, d'assurer une carrière à son fils, Mme Foucault le décida à prendre parti pour la médecine. Elle pensait sans doute, comme un académicien du siècle dernier l'a soutenu dans une thèse disputée avec éclat, qu'un médecin doit être en même temps un mécanicien chimiste. La dextérité innée du jeune Léon à manier des outils de tout genre, son application obstinée à combiner d'ingénieux mécanismes, le prédestinaient, suivant elle, à exceller dans la chirurgie. Foucault commença ses études, et c'est un chirurgien peut-être que nous aurions à louer aujourd'hui si, dès les premiers pas, la vue du sang ne lui avait inspiré une répugnance qu'il ne voulut pas surmonter. Cédant à la pente naturelle de son esprit vers la physique, il offrit ses services comme préparateur d'un cours libre de microscopie, apprit rapidement ce que son maître savait de pratique, et ne s'y arrêta pas. La lumière électrique servait aux expériences. Foucault trouva l'appareil imparfait, en étudia les inconvénients, et, pour première contribution aux applications de la science, il réussit heureusement à corriger le plus grave.

Le professeur de microscopie, le docteur Donné, rendait compte dans le *Journal des Débats* des séances de l'Académie des sciences; très perspicace ou très hardi, croyant peut-être la tâche facile, il choisit Foucault pour successeur et osa répondre de lui.

A l'âge de vingt-cinq ans, n'ayant rien appris dans les écoles, fort peu dans les livres, avide de science, mais aimant peu l'étude, Léon Foucault accepta la mission de faire connaître les travaux des savants et de juger leurs découvertes. Il montra, dès le début, beaucoup de sens, beaucoup de finesse et une liberté de jugement tempérée par plus de prudence qu'on n'en attendait d'un esprit mordant et sévère. Ses premiers articles furent remarqués, ils étaient spirituels; mais le jeune folliculaire, c'est ainsi que l'appelaient en riant ses amis, prenait sa tâche au sérieux; introduit sans apprentissage et sans guide dans ce pêle-mêle académique, mélange abondant et confus de tous les problèmes et de

toutes les sciences, il n'y fit paraître aucun embarras, et, dans un rôle où la médiocrité est insupportable, il obtint un succès complet.

On applaudit au tour heureux et piquant de ses comptes rendus, on loua la précision de ses résumés, on remarqua d'ingénieux conseils, on admira plus d'une fois des vues droites et nouvelles. La forme de ses articles était excellente. Son style, toujours clair, simple d'habitude, s'élevait à propos pour traiter dignement les grands problèmes de la science. Quelques semaines après ses débuts, il saluait les premiers essais dans la marine du propulseur hélicoïdal, et, en exprimant, sans faire effort, une admiration vive et sincère, il se montrait à la fois excellent observateur, excellent écrivain, excellent peintre, et, l'avenir l'a prouvé, excellent juge.

Des personnages considérables dans la science sollicitèrent son attention, moins soucieux peut-être de son opinion que de ses louanges. Froidement poli, attentif à la vérité seule, Foucault jugeait avec choix, avec étude et réflexion, sans accorder ni promettre aucune complaisance. Ce jeune homme inconnu, dont on ne citait aucun travail scientifique, dont aucune découverte ne justifiait l'autorité rapidement acquise, osait impatienter par sa tranquille assurance, irriter par son audacieuse franchise, exaspérer quelquefois par sa fine ironie ceux qui superbement se croyaient ses maîtres et qu'attendait souvent l'oubli. Il excitait de vifs ressentiments et faisait naître de patientes rancunes. En repassant pourtant sur ces vieux souvenirs et relisant cette critique indépendante jugée autrefois agressive, le lecteur impartial apercevra dans la liberté des jugements les plus sévères l'esprit de justice, non la malveillance, la bonne humeur, non la méchanceté, dans la légèreté des traits les plus vifs.

Osons tout dire : confiant dans son propre jugement, il ne craignait pas de l'opposer aux décisions mêmes de l'Académie, il improuvait parfois les sujets choisis pour ses concours, annonçait d'une plume légère qu'on les traiterait mollement et rappelait en souriant sa prédiction accomplie. Il reprochait à ses futurs confrères, qui le trouvaient bien osé, leur trop grande prudence à n'approuver une invention qu'après l'heureux succès de l'expérience : « Autant vaudrait, ce sont ses propres paroles, déclarer en bonne forme qu'il fait jour en plein midi. » Foucault n'apportait, pour son compte, ni tant de retardements dans ses jugements ni tant de précaution à les exprimer; sans calculs, sans raisonnements étudiés, il jugeait d'un coup d'œil rapide le côté faible d'une idée nouvelle et savait d'un trait hardi en signaler l'illusion. « On a présenté dans la dernière séance, dit-il dans un de ses comptes rendus, une invention très bizarre et très divertissante : dans cette machine, disent les inventeurs, pas de fourneaux, pas de chaudières, pas de cylindres, pas de pistons, pas de volants, et nous ajouterons, pour être vrai, pas de force! Cette déclaration nous coûte à faire, non seulement à cause de l'auteur, mais en considération de l'académicien qui s'est laissé prendre au vacarme affreux de ce tourniquet à vapeur et qui a présenté avec bonhomie une machine du poids de dix kilogrammes comme ayant la force d'un cheval! »

Il a regret, pourquoi ne pas l'en croire? d'avoir à reprendre d'erreur un représentant officiel de la science; mais, quand un trait piquant se présentait sous sa plume, il n'aimait pas à l'émousser.

Toutes les sciences apprises à sa manière partageaient son esprit et divisaient son attention entre tous les problèmes embrassés à la fois sans fatigue et discutés en toute liberté : de fermes et sûrs jugements, des rapprochements ingénieux et plus d'un avertissement utile furent dans sa marche irrégulière les fruits spontanés de ses rapides progrès et de ses continuelles méditations.

Quel stimulant pour un esprit très curieux, très soucieux de sa réputation et qui jamais ne voulut rien médiocrement! Apprenant avant de juger, sachant bien ce qu'il venait d'apprendre, éclairant de ses propres lumières une érudition presque toujours récente, son esprit ingénieux, sans produire encore d'invention, trouvait le lieu et l'occasion fréquente de se montrer inventif.

Dans la lutte mémorable et longtemps indécise sur la nature de la lumière, le phénomène des interférences suffirait à lui seul pour convaincre sans leur laisser de refuge les défenseurs de la théorie de l'émission. Tous les faits expliqués, tous les détails prévus, toutes les prévisions réalisées, se réunissent pour confirmer les conceptions d'Huygens et montrer les explications de Fresnel irréfutables et parfaites. En associant leur génie inventif pour glaner dans ce champ dont on croyait la richesse épuisée, MM. Fizeau et Foucault excitèrent la surprise des physiciens, réveillèrent leur curiosité et méritèrent leur admiration.

Un inventeur plus illustre que célèbre, l'ingénieux Hooke, avait aperçu le premier, deviné pour mieux dire, cette obscurité singulière née du conflit de deux lumières. Pendant plus de cent ans, les physiciens avaient ignoré et les érudits traité de paradoxe cette assertion très exacte d'un génie longtemps méconnu. Lorsque Thomas Young montra l'expérience, on lui opposa des objections et des doutes que son esprit lucide et ardent ne pouvait accepter ni comprendre. Fresnel, peu de temps après, surpassait d'assez loin son illustre émule pour que l'on puisse excuser ceux dont l'admiration ne voudrait, dans sa gloire, accepter aucun partage.

L'interférence de deux rayons exige une origine commune; en adoptant une certaine unité, théoriquement définie, la différence des chemins parcourus jusqu'à la rencontre est mesurée par un nombre; si ce nombre est impair, les rayons se détruisent; s'il est pair, ils ajoutent à leur éclat. La rencontre de deux faisceaux de lumière ayant la même source doit faire paraître, pour confirmer cette loi, un nombre illimité de franges alternativement brillantes et obscures; les physiciens en comptaient une centaine, MM. Fizeau et Foucault en firent paraître plus de mille! L'habileté des deux amis et le soin apporté à l'exécution d'une expérience aussi simple n'expliqueraient pas un tel succès; ils avaient dû démêler, pour les écarter ou les combattre, les causes de confusion et de trouble; la théorie était leur guide et le progrès reposait sur elle.

Arago sourit à la belle expérience, heureux d'évoquer par

ses justes louanges, le souvenir des jours glorieux où, vainqueur de Laplace, de Poisson et de Biot, il entraînait l'Académie, qui en remercie sa mémoire, à saluer la première le génie naissant de Fresnel.

Léon Foucault, sans se récuser dans sa propre cause, rendant compte lui-même de l'ingénieuse découverte, fit paraître avec équité, avec modestie, sans exagération dans aucun sens, la solidité d'une science chaque jour plus assurée, la délicatesse d'un jugement juste et fin et la pureté d'un goût plein de tact.

Les commissions académiques travaillent lentement; plusieurs années s'écoulèrent avant que Foucault pût annoncer à ses lecteurs l'approbation sans réserve accordée à ces belles expériences. C'était en 1848 : « L'Académie, dit-il, emploie ses tristes loisirs à faire des rapports sur des mémoires soumis à son examen; nous avions, M. Fizeau et moi, présenté, il y a longtemps déjà, deux mémoires de physique; nous en étions à nos débuts, nous avions abordé, témérairement peut-être, une question très délicate; nous sommes aussi assurés que possible de n'avoir pas été induits en erreur, puisque M. Babinet a adopté nos conclusions. »

Ceux qui, connaissant Foucault, entre ces lignes si modestes aperçurent un fin sourire, furent prompts à le pardonner.

Les défenseurs de l'émission ne pouvaient contredire aux interférences ni les expliquer; d'autres épreuves décisives, allant toutes au même but, avaient condamné leur cause sans appel. Citons-en une particulièrement mémorable : un géomètre justement célèbre, physicien peu curieux des faits, tenait par habitude pour la théorie de l'émission. Un concours académique, dont il était juge, le rendit attentif aux démonstrations de Fresnel; il voulut combattre le novateur et crut le vaincre par ses propres armes : « Votre théorie, dit-il à Fresnel, n'a aucune vraisemblance; l'ombre d'un petit disque circulaire éclairé par un point lumineux devrait recevoir au centre, je l'ai calculé par vos méthodes, autant de lumière que si le disque était percé d'un trou! » Sans être troublé par la scandaleuse conséquence, Fresnel accepta l'épreuve. L'expérience était facile, elle fut immédiate; un point brillant, marquant le centre de l'ombre, vint tourner en preuve l'objection et confondre le géomètre par le triomphe de son calcul; il fallait se rendre ou fermer les yeux. Poisson, dit-on, refusa de les ouvrir; mais, réduits désormais au silence, les partisans de la théorie de l'émission ont disparu peu à peu sans laisser de successeurs.

Un rayon de lumière, en passant de l'air dans l'eau, s'éloigne de la surface de séparation; les deux théories, sur ce point toutes deux plausibles, allèguent l'une et l'autre pour l'expliquer un changement dans la vitesse; leurs assertions sont cependant contraires. L'une des explications suppose l'accélération, l'autre le ralentissement du rayon, et toutes deux en assignent la proportion précise et nécessaire. Les quelques mètres sur lesquels doit se produire ce retard ou cette accélération sont parcourus, l'astronomie le démontre, en moins d'un cent millionième de seconde; ne semble-t-il pas qu'imperceptibles à nos sens et inaccessibles à nos instruments de mesure, de telles grandeurs ne puissent être connues que par le raisonnement et évaluées que par le calcul? La lutte d'ailleurs était terminée, la théorie des ondulations triomphait, affermie par le consentement commun de tous les juges, et l'expérience, considérable encore par la difficulté et l'extrême délicatesse de l'épreuve, n'avait plus pour la science d'utilité réelle; la porte à enfoncer, pour employer une expression habituelle à Fresnel, était ouverte, mais inaccessible. Arago osa proposer pour l'atteindre une méthode très ingénieuse, car elle montrait le succès possible, très imparfaite cependant, car elle le faisait dépendre d'un hasard favorable. Foucault sut s'en affranchir, et, perfectionnant, pour le réaliser, l'audacieux projet que de bons juges nommaient chimérique, il produisit une expérience visible à tout instant, aisée à montrer à tous les yeux.

Notre illustre associé Wheatstone, le Léon Foucault de l'Angleterre, a rendu les millionièmes de seconde appréciables, et, si j'ose ainsi parler, visibles. Concevez un miroir tournant très rapidement; d'habiles constructeurs peuvent obtenir plus de mille tours par seconde, et les compter très exactement; un cent millième de tour représentant plus de dix secondes d'angle déplacera l'image d'un point immobile, et le chemin parcouru par elle sera la mesure très sensible du cent millionième de seconde écoulé. Tel est le premier rêve du merveilleux chronomètre dont, il y a près d'un demi-siècle, l'inventeur par une application mémorable a su faire une réalité.

Les rayons soumis à l'épreuve dans l'expérience hasardeuse d'Arago sont réfléchis successivement sur deux miroirs tournants, et, lancés par eux à l'aventure, se dirigent, si la chance est heureuse, vers l'objectif de l'une des lunettes pointées pour les attendre. Un observateur assidu, d'après un calcul de Babinet, pouvait, en épiant jour et nuit l'occasion, nourrir l'espoir fondé de la rencontrer une fois en trois ans. L'appareil était construit, les miroirs tournaient; dans des épreuves réitérées le rayon attendu ne s'était pas une seule fois présenté à souhait. Foucault, par l'adjonction d'un organe nécessaire et nouveau, sut saisir l'image, l'amener dans le champ de la lunette et l'y maintenir. Le dénouement était certain, et la théorie triompha une fois de plus.

La victoire était plus décisive qu'évidente; on n'admire bien qu'en comprenant un peu; les lignes très serrées et très fines, que l'on voyait subitement entraînées vers la gauche, ne pouvaient instruire que les savants; Foucault, journaliste consciencieux, aimait à dévoiler les mystères de la science; en racontant avec une suprême clarté la remarquable histoire de son expérience, il en rendait hautement hommage à celui qui, montrant la voie sans l'aplanir, avait publiquement posé le problème et promis le succès : « En résumé, écrit-il dans une familière causerie, en rappelant sans l'exagérer l'importance des additions faites à l'ingénieux programme d'Arago, nous n'avons inventé ni miroir tournant, ni lunette achromatique, ni réseau, ni micromètre, ni vernier; nous avons eu le bonheur de grouper ces instruments acquis à la science de manière à lui fournir la solution du problème posé depuis douze ans. » Dans le récit de cet événement

scientifique, les noms de Wheatstone et d'Arago doivent être prononcés les premiers, cela n'est contesté ni douteux; mais la belle expérience appartient à Foucault, c'est lui qui l'a rendue possible, c'est lui qui l'a faite, c'est sous son nom qu'elle restera classique.

En publiant sans en rien réserver ses inventions et ses découvertes, Léon Faucault ne renonçait pas à les poursuivre lui-même. Pendant plusieurs années, jusqu'à son dernier jour peut-être, ce miroir tournant, d'un si merveilleux usage, occupa son esprit, exerça son habileté et inspira les projets incessamment roulés dans sa tête; Foucault lui demanda la vitesse absolue de la lumière, que l'astronomie rattache par une loi nécessaire à la vitesse de la terre dans son orbite et par elle à la parallaxe du soleil. Confiant dans ses réponses, il ne craignit pas de proposer, pour cette constante qu'on croyait connue, une augmentation de trois dixièmes de seconde; Leverrier en tomba d'accord, et la rencontre de l'astronome avec le physicien, osons dire des deux astronomes, est aujourd'hui la meilleure garantie d'une réforme considérable par ses conséquences dont la confirmation, espérée par une troisième voie, émeut et agite, dans l'attente du passage de Vénus, les astronomes du monde entier.

C'est ainsi qu'en poursuivant à toute hauteur les conséquences de son succès, l'expérimentateur habile et adroit, l'amateur ingénieux et sagace, instruit au jour le jour par la critique des travaux d'autrui, devenait rapidement, pour les juges équitables, un athlète admiré de la science.

L'Opéra ne se contente plus, comme au temps où, malgré ses efforts, il réussissait à ennuyer La Bruyère, d'offrir aux spectateurs raffinés l'ébauche seulement d'un grand spectacle. On voulait, sans rien épargner, pour la première représentation du *Prophète,* rehausser par la magnificence de la mise en scène l'éclat d'un chef-d'œuvre longtemps attendu; le rideau se lève au troisième acte sur la ville de Munster éclairée par les premiers rayons du soleil. La pâle clarté de la lune avait été plus d'une fois imitée, on savait faire briller dans la nue déchirée le rapide sillon de l'éclair, mais aucun décorateur n'avait osé encore montrer, même affaibli à l'horizon, le disque clair et luisant du soleil; les premiers essais étaient décourageants; Foucault, très assidu dans les ateliers, y portait volontiers ses conseils; on venait le chercher dans les cas difficiles. L'administration de l'Opéra, à son tour, lui soumit son embarras; fier d'une telle confiance, il s'en montra digne. Après trente ans de progrès dans la science, l'appareil construit par lui, copié exactement avec des dimensions plus grandes, est monté peut-être en ce moment pour la représentation de ce soir.

L'électricité pouvait aisément déjà donner à la lumière une intensité sans limite, et la réflexion sur un miroir parabolique, en imposant aux rayons le parallélisme, fait naître l'illusion d'un grand éloignement; un éclat incessamment variable trahit seul alors l'origine terrestre; le courant de Foucault se règle lui-même; sa surveillance toujours en éveil rapproche les baguettes incandescentes quand l'intensité faiblit et les écarte aussitôt qu'elle augmente. Le principe, nouveau alors, élémentaire aujourd'hui, a rendu de grands services et doit en rendre encore.

La théorie a toujours raison! s'écriait un jour Foucault dans la joie d'un succès inspiré et prévu par elle; il la respectait comme un appui solide et l'aimait comme un guide sûr et fidèle. Habile à écarter le voile des formules mathématiques, qu'il ne trouva jamais complètement diaphane, les faits seuls inspiraient son esprit; il excellait à les enchaîner, à les prévoir, à les contrôler par de sévères épreuves, à projeter leur pure lumière sur les théories les plus hautes.

On voit agir l'éther, disait-il souvent; et nul ne l'a mieux connu que lui, nul n'a mieux admiré cette théorie solide et féconde qui peut avec une minutieuse précision diriger les expériences d'optique, en suivre distinctement le détail, dont aucun n'échappe, et invoquer sans déception leur témoignage qu'elle a dicté.

L'électricité, au contraire, prodigue ses merveilles sans avoir livré son secret; l'éther est son principe, c'est lui qui la propage, il est difficile de le contester, plus difficile encore d'accepter pour une théorie cette assertion vague et stérile. La science a révélé les vibrations de chaque particule de l'éther; elle définit géométriquement dans l'intérieur de chaque cristal la surface accidentée des ondes lumineuses, elle n'a formé aucune théorie ni su rendre aucune fiction vraisemblable sur la forme et la loi des mouvements électriques. Les inventeurs perfectionnent assidûment la télégraphie, l'éclairage, la production et le transport des forces, la transmission du son; ils en tirent honneur et profit sans savoir remonter à la source et pénétrer le mystère des courants. Foucault se résignait mal à tant d'ignorance; au plaisir d'inventer s'ajouta le désir de comprendre, et, à l'art d'enchaîner des faits curieux, le désir d'en découvrir la cause.

Les corps solides plus ou moins conducteurs de l'électricité la transmettent tous suivant les mêmes lois; le rôle des liquides est tout autre, le courant échauffe un fil conducteur sans accomplir de travail chimique, il décompose au contraire le liquide qu'il traverse; l'action chimique est nécessaire, on l'avait affirmé; l'électricité, disait-on, ne traverse les liquides que par ce moyen et à cette condition. C'était une illusion; Foucault en a donné deux démonstrations: l'une, ingénieuse, mais trop indirecte pour pousser la conviction jusqu'à l'évidence; l'autre, absolument décisive et complète.

En l'année 1824, une boussole commandée à Gambey, dont il attendait un chef-d'œuvre, trompa les espérances d'Arago; l'aiguille, délicatement ajustée sur un pivot irréprochable, devenait paresseuse, dans sa boîte de cuivre, et semblait perdre toute sensibilité. Mécontent d'abord de Gambey, mais lent à douter de lui, Arago dans cet insuccès vit une expérience et sut y lire une découverte. Le cuivre, pendant le repos de l'aiguille, ne l'attire ni ne la repousse; sa présence cependant trouble les oscillations; un aimant fixe, à son tour, l'induction est certaine, doit agir sur le cuivre qui se déplace près de lui. Semblables en cela au frottement, ces actions, jusqu'alors inaperçues, font obstacle comme lui au

mouvement dont elles tirent leur origine. Foucault, de ce principe, déduisit une conséquence très vraisemblable *à priori*, évidente à ses yeux et que l'expérience confirma. Un disque de cuivre massif, animé d'une rotation très rapide, fut transporté entre les pôles d'un puissant aimant qui subitement lui imposa le repos. C'était l'expérience d'Arago rendue, par l'accroissement de la vitesse et de la masse, plus saisissante et plus nette; mais, en présence de l'aimant et luttant avec lui, Foucault maintint par force la vitesse acquise; tout travail accompli doit produire un effet et en laisser la trace; conformément à ce principe, à cet axiome, dit-on, le disque s'échauffe rapidement jusqu'à brûler la main qui le touche. En préparant cette belle expérience, Foucault, conduit par ses propres études, tomba sans le savoir sur la même pensée que notre illustre correspondant M. Joule, qui le devança dans l'exécution.

La nature de l'électricité restait impénétrable; mais, sans détourner sa pensée des explications entrevues, impuissant à enchaîner tant de faits merveilleux et étranges, et trop sévèrement judicieux pour les comprendre, il eut la prudence de s'en taire.

Un rayon de lumière, on le répétait naguère d'après Newton, est composé de sept rayons simples; le prisme les sépare pour former le spectre, l'analyse était exacte et féconde, la science en a minutieusement poursuivi le détail, et les raies obscures ou brillantes, auxiliaires imprévues pour le chimiste, révélatrices inespérées pour l'astronome, ont offert à l'esprit humain une arme puissante et nouvelle. Léon Foucault a enrichi cette science naissante d'un fait très important, isolé alors, généralisé aujourd'hui, et devenu une grande découverte. Sans méconnaître ni amoindrir la gloire incontestée de M. Kirchoff, l'historien de l'analyse spectrale devra, pour être juste, citer avec honneur, et dès le début de son récit, le nom de Léon Foucault.

Les adversaires de Galilée alléguaient sincèrement contre la rotation de la terre une irrésistible évidence. Elle tourne cependant! l'assertion, grâce à lui, un peu aussi à ses persécuteurs, est aussi rebattue qu'incontestée, et on l'accepte avec un si facile consentement, que les ignorants, tranquilles dans un vrai comme autrefois dans un faux préjugé, refusent aujourd'hui comme alors d'écouter aucune objection, dédaignent de s'informer des preuves. Est-il possible, demande cependant avec une curiosité très sensée la marquise des *Mondes* de Fontenelle, que le mouvement de la terre ne laissera pas quelque petite marque sensible à laquelle on le connaisse? L'ingénieux académicien tourne la réponse en épigramme : « Les mouvements les plus naturels, dit-il, et les plus ordinaires sont ceux qui se font le moins sentir; cela est vrai, jusque dans la morale : le mouvement de l'amour-propre nous est si naturel que le plus souvent nous ne le sentons pas. »

Quoique ce rapide et tranquille mouvement qui nous entraîne et nous maîtrise reste inaccessible à l'observation, je parle du mouvement de la terre, l'expérience peut le révéler, les géomètres ont depuis longtemps rendu constants, pour l'esprit, divers effets malheureusement difficiles à montrer aux yeux.

Varignon signalait, en 1707, la contradiction géométrique des lois de Galilée sur la chute des corps avec ce qu'il nommait l'hypothèse du mouvement de la terre; ce désaccord le laisse indécis; un de ses ouvrages, le plus médiocre de tous à la vérité, le montre d'ailleurs mal préparé à choisir et peu capable de concilier. On y voit en frontispice une élégante vignette représentant deux personnages, un militaire et un religieux suivant des yeux un boulet de canon lancé vers le zénith. Retombera-t-il? A cette question proposée au bas de la page, la réponse semble facile. Le religieux est le père Mersenne, ardent, comme on sait, à recueillir tous les problèmes pour les proposer à ses amis; son compagnon est M. Petit, intendant des fortifications; ils ont fait en commun cette dangereuse et ridicule expérience, et l'ont mal faite, car leur boulet ne retomba pas. Varignon s'en étonne, mais les en croit sur leur parole : un boulet suspendu au-dessus de nos têtes, en vérité, dit-il, cela doit surprendre! Les deux expérimentateurs, s'il est permis de les nommer ainsi, furent charmés de leur découverte; empressés de s'en faire honneur, ils la communiquèrent à Descartes. Descartes ne s'étonnait de rien; certain d'avoir donné par sa méthode l'explication de tous les phénomènes de la nature, l'intrépide philosophe avait à toute question une réponse prête; il savait pourquoi la pierre tombe, pourquoi le feu s'élève. Le boulet flottant dans l'air n'était pas fait pour lui donner de peine. Nous voyons, répondit-il à Mersenne, que les gros oiseaux, comme les grues, les cigognes, ont beaucoup plus de facilité à voler en haut de l'air que plus bas, et cela ne peut être attribué à la force du vent à cause que la même chose arrive en temps calme, nous avons occasion de juger que leur éloignement de la terre les rend plus légers.

D'Alembert, un siècle plus tard, ne se demandait plus si le boulet retombe, mais dans quelle direction et à quelle distance le transporte la rotation terrestre. Si Mersenne et Petit ont perdu le leur, c'est, suivant lui, pour n'avoir pas cherché assez loin; l'explication n'est pas douteuse, mais d'Alembert avait mal calculé. En tenant compte de toutes les circonstances et particulièrement de la résistance de l'air, on trouve une déviation très petite, et, si l'intendant des fortifications avait mieux pointé, le boulet aurait pu retomber sur sa tête.

Quoique la rotation de la terre soit établie avec toute la certitude que comportent les sciences physiques, écrivait Laplace au commencement de ce siècle, une preuve directe de ce phénomène doit intéresser les géomètres et les physiciens.

Dans la séance du 3 février 1851, Léon Foucault apporta à l'Académie des sciences cette preuve directe et sensible : l'effet de la rotation terrestre est permanent cette fois, grandit avec le temps, et aucune illusion n'est à craindre. Pendant plusieurs mois, sous la coupole du Panthéon, tous les curieux ont pu admirer l'irrécusable expérience et sans trop d'effort la comprendre, Un fil d'acier, long de 67 mètres, portant une boule de cuivre du poids de 28 kilogrammes, est écarté de la ligne verticale et oscille autour d'elle dans un plan dont la rotation de la terre change sans cesse l'orienta-

tion. Si nous habitions le pôle, le plan d'oscillation immobile dans l'espace semblerait, pour l'observateur qui tourne sans en avoir conscience, s'incliner d'un degré en quatre minutes et achever un tour entier en vingt-quatre heures; en tout autre lieu, la loi du phénomène est moins évidente; Léon Foucault sut la découvrir, et, sans s'étendre sur le détail des preuves, la déduire d'un principe accepté comme axiome que la science lui doit et qu'elle sait justifier.

Arrêtons-nous, car c'est justice, pour prononcer un nom resté cher aux amis de la science : l'éminent constructeur Froment, dérobant, sous la simplicité apparente d'un travail diligemment achevé, la difficulté d'une exécution très délicate, a été pour Foucault un digne collaborateur; un gigantesque fil à plomb lui fut commandé, rien de plus; quoi de plus simple en apparence, de plus difficile en réalité! L'élasticité et la torsion du fil étaient supposées nulles dans le raisonnement, leur influence aurait tout obscurci; la main savante de Froment les écarta avec un art parfait sans autre ambition que de bien faire; mais Foucault rendait bonne justice : « Pour qui n'a plus à redouter que des difficultés d'exécution, écrivait-il, fallût-il demander des prodiges, M. Froment est là, dont le talent n'est jamais resté en défaut devant un problème nettement posé. Les conditions mécaniques à remplir étaient nettement définies, fixité absolue du point de suspension, symétrie parfaite de l'appareil dans toutes les parties. M. Froment a su les réaliser d'une manière admirable et procurer au physicien qui s'est fié à lui la confirmation simple et rapide de ses prévisions. »

Huit jours après la communication de Foucault, l'Académie entendit un des membres expliquer savamment comment la belle expérience aurait pu être indiquée par les équations du mouvement interprétées sans inadvertance. Les équations depuis longtemps connues renferment, en effet, la solution du problème; mais elles l'avaient, jusque-là, cachée. Sans être en rien fautives, elles avaient égaré Poisson. La force perpendiculaire au plan d'oscillation est trop petite, avait-il dit, après l'avoir calculée, pour exercer une influence sensible. Le calcul était exact, mais la conclusion imprudente. Cette très petite force que, sans l'admettre à l'épreuve, Poisson déclare impuissante pousse en effet toujours dans le même sens un plan d'oscillation qui ne résiste pas. Si le savant géomètre, sans se fier à un discernement peu exercé par la pratique, à défaut de l'expérience, avait interrogé plus longtemps les formules, elles lui auraient dicté le beau théorème que Binet y a lu huit jours trop tard.

Disons donc très hautement, car cela est vrai, que les géomètres avaient signalé la route; mais ajoutons, car cela est juste, qu'ils ne l'avaient pas explorée, que sur un regard dédaigneusement rapide Poisson l'avait jugée indigne d'attention, et que Foucault, sans aide et sans guide, s'y est avancé le premier.

L'expérience si nouvelle et la loi si simple excitèrent le zèle et l'émulation des savants. L'Académie des sciences de Paris reçut, pendant l'année 1851, vingt-six communications sur le pendule. Binet, Sturm, Poncelet, Bravais, M. Quet, Plana, Hansteen, respectant, dans toute leur pureté, les méthodes et les règles de la mécanique rationnelle, y trouvèrent occasion à la géométrie la plus ingénieuse et à l'analyse la plus élevée. Leurs travaux sont de grande valeur, mais la voie suivie par Foucault est la plus droite et la plus claire. Toujours prêt à faire l'effort nécessaire sans le dépasser, il s'exerçait à la trigonométrie sphérique sur une petite boule de bois couverte de figures qui, dans ce temps, ne le quittait jamais; questionnant les géomètres sans leur livrer son secret, il leur demandait une formule comme on demande l'heure à un indifférent quand on a oublié de monter sa montre. Un jour, dans le jardin du Luxembourg, Foucault rencontrant un ami, digne, je crois, de toute sa confiance, le pria, sans lui parler du pendule, de calculer un angle infiniment petit qu'une construction géométrique sur la petite boule définissait avec précision et qui, par l'enchaînement de deux triangles sphériques, fut trouvé proportionnel au sinus de la latitude. « J'en étais sûr », dit Foucault en s'éloignant. Et un éclair de triomphe et de joie illumina un instant sa physionomie fine et railleuse.

Ne laissons pas croire cependant qu'un esprit inventif et sagace puisse tout puiser de son fond, ni que, soutenues par la logique naturelle et l'intuition des vérités mécaniques, de longues méditations puissent accroître la science sans s'appuyer sur elle; il n'en est pas de la sorte : toutes les fois qu'avec beaucoup de travail, beaucoup de patience et un peu de génie, guide nécessaire dans ces voies périlleuses, un esprit d'élite a su s'avancer hors des chemins tracés, il y a été immédiatement rejoint et bientôt dépassé par ceux qui les connaissent et les suivent. Si Foucault, devançant l'expérience, a su trouver théoriquement les grands traits du phénomène, il en a négligé le détail; la perfection de la théorie qui révèle un terme très petit n'en grandissait pas à ses yeux l'importance, et, pour tout dire, il la comptait pour rien; c'était trop peu sans doute, mais la question n'est pas à discuter ici, toutes les études y sont en honneur; laissons les maîtres de M. Jourdain se quereller sur leurs préférences.

Attentif, comme tous les géomètres, à l'expérience du pendule, Poinsot avait suggéré l'idée d'une démonstration plus élégante encore de la rotation terrestre par le mouvement d'un objet sensible et matériel; en stimulant ainsi le zèle de Foucault, il donna naissance au gyroscope. L'infatigable inventeur s'est proposé de soustraire un disque solide à l'influence du mouvement de la terre par une suspension qui, lui permettant tous les mouvements autour de son centre, ne lui impose aucune direction. Le problème est aisé à résoudre; mais la solution, depuis longtemps connue, ne peut donner aucun résultat; les frottements entraînent la masse, qui sans eux serait libre. Foucault ne peut les détruire, mais il emploie pour les vaincre un artifice ingénieux dont personne avant lui ne s'était avisé; il accroît, par une rotation rapide, la stabilité du disque; l'axe de l'instrument, gardant alors dans l'espace une direction fixe, change d'orientation par rapport aux objets qui l'entourent, en démontrant par contraste la rotation terrestre dont il est affranchi.

Pénétrant et subtil dans l'analyse des forces mises en jeu, sagace à en deviner la puissance et ingénieux à en diriger

l'action, Foucault osa leur demander et sut en obtenir la solution de deux problèmes dont les plus hardis, la veille, auraient jugé sans doute la difficulté insurmontable. Si, retirant à l'axe du disque une partie de sa liberté, la disposition de l'appareil le contraint à rester dans un plan horizontal, on le voit de lui-même se diriger vers le nord et s'y arrêter après quelques oscillations. Si d'autres entraves le retiennent dans le plan méridien en l'y laissant libre, l'axe du gyroscope se relève et se place parallèlement à l'axe du monde. L'admirable instrument permet donc de s'orienter sans boussole et de trouver la hauteur du pôle sans observation astronomique.

En faisant varier le mode de suspension et la charge du disque, Foucault montrait par évidence les théorèmes de la mécanique des corps solides et mettait les principes dans tout leur jour. Un grand maître sur ces questions et un bon juge, le vénérable et excellent Poinsot, étonné peut-être, mais charmé, qu'on luttât avec ui d'élégance, remerciait le gyroscope de lui avoir fait passer deux heures bien agréables; mais les plus grandes joies ont été pour l'inventeur. « Je me suis bien amusé cet hiver », disait Foucault en montrant à quelques amis les pièces de son appareil. Heureux d'attaquer et de vaincre par ses méditations solitaires des difficultés pour tout autre insolubles, il avait hâte de réaliser ses conceptions. Quel triomphe et quelle fête, quand ses habiles et ingénieux auxiliaires, ses seuls confidents, Froment, Eichens ou Dubosq, donnant un corps à sa pensée, venaient confirmer, par leur art, les savantes prévisions dont il était sûr !

Léon Foucault, à partir de l'année 1854, sans s'assujettir à aucun service obligatoire et réglé, accepta le titre de physicien de l'Observatoire, à la charge qu'il appliquât librement aux progrès de l'astronomie sa puissance d'invention et son habileté de mécanicien. Resté maître, grâce à son inflexible fermeté, des détails et de l'ordre de ses travaux, il tourna son attention vers les télescopes en attaquant d'abord la difficulté la plus grande, la fabrication des miroirs. Une ingénieuse découverte, fruit de ses premiers efforts, fut l'occasion et la source d'une méthode entièrement nouvelle. La substitution du verre argenté à l'alliage habituel des miroirs rend le travail plus rapide et plus simple. Foucault fit beaucoup plus encore : lorsque par des procédés qui n'ont rien de secret, on avait terminé un miroir, la science, pour en découvrir et en corriger les défauts n'enseignait que des tâtonnements incertains lentement dirigés dans l'attente d'un heureux hasard. La méthode de Foucault est nette et précise ; elle montre aux yeux les parties imparfaites : si les rayons issus d'un même point se réunissaient, comme ils doivent le faire, à un même foyer, un tout petit écran pourrait les arrêter tous; ceux qui échappent sont irréguliers, et envoyés par les portions imparfaites du miroir, qu'un observateur exercé apercevra seules, puisque l'écran lui masque les autres. On voit les défauts, c'est beaucoup; il importe surtout de les corriger; Foucault, pendant deux ans, appliqua toutes ses forces à résoudre le problème si ingénieusement transformé, en réduisant son inspiration en méthode régulière et sûre et son art accompli en préceptes aussi clairs que précis.

Quand un astre se présente dans le champ d'une lunette, l'apparition dure quelques secondes, l'image en traversant rapidement les fils tendus au foyer n'enseigne rien que l'heure exacte du passage. Pour permettre une étude prolongée, la lunette doit tourner; mais la main la plus délicate ne saurait la conduire, les impulsions d'un mécanisme d'horlogerie font sautiller l'instrument et avec lui les fils de repère; les autres solutions proposées étaient imparfaites et compliquées; Foucault s'est appliqué à mieux faire; il n'a pas travaillé en vain. Généralisant, à son ordinaire, il a cherché le moyen, sans distinguer les cas, d'imposer aux machines une vitesse régulière et constante. Tandis que, dans l'appareil classique de Watt, l'énergie de l'action régulatrice augmente avec l'écart qu'elle doit réprimer, Foucault, pour la moindre variation de vitesse, porte l'effet produit à l'extrême; cela même n'est qu'un palliatif. Quand l'action change de sens, elle a déjà dépassé le but, et la vitesse subit autour de la valeur désirée de petites oscillations dont Foucault ne tolérait qu'avec impatience l'inévitable continuité. Ardent à les combattre, il avait aperçu le succès dans l'idée de confier la surveillance du mouvement à l'accélération, non à la vitesse de la machine. Une expérience d'essai avait réussi; tranquille désormais et confiant dans un long avenir, il voulut reposer pour un temps son esprit dans une œuvre moins rebelle et moins vaste.

Presque au début de sa carrière, en apprenant la mort de Gambey, il avait consacré quelques-unes de ses meilleures pages à l'inventif et sagace illettré, qui, sans se servir de la plume, faisait honneur à notre Académie et léguait à la science de beaux mémoires en acier et en cuivre. Le jeune et sincère critique n'avait pas craint de compter le cercle mural de l'Observatoire, dont il comprenait déjà l'excellence, parmi les merveilles de ce monde, et de s'incliner avec respect devant l'héliostat, auquel un constructeur sans égal s'était plu à donner une perfection achevée. Devenu maître à son tour, sans désavouer en rien son admiration, il ne désespéra pas d'obtenir avec un plus grand miroir plus de stabilité et de force. Une copie agrandie de l'héliostat de Gambey n'était pas à tenter; la petitesse et la légèreté de la pièce à conduire avaient été pour lui une condition de succès, une masse plus étendue et plus lourde exigeait un mécanisme plus simple. Cette lutte pour Foucault fut la dernière, il n'y fut pas vaincu; un critique comme lui sévère, qui comme lui savait admirer et aimait à louer, l'excellent et regretté de Sénarmont, comparait le rayon de soleil réfléchi par le miroir de Foucault à une barre d'acier inflexible et rigide. Cette œuvre sans défaut, digne aussi d'inspirer le respect, appartient à l'École polytechnique.

Loin de se reposer dans le succès, Léon Foucault préparait sur le même principe deux instruments qu'il nommait à l'avance sidérostats. Avec l'un, il avait dessein d'étudier, dans son cabinet de travail et tranquillement assis dans son fauteuil habituel, un astre rendu immobile. L'autre aurait offert aux astronomes, sans danger pour leurs yeux, l'image fixe et permanente du soleil; tout était préparé, les dimensions calculées, les détails dessinés, le succès certain; mais

le temps, hélas ! est trop court ! les premières atteintes d'un mal sans espoir vinrent troubler ce jugement si ferme, obscurcir cet esprit si délié, et en ébranler les ressorts tendus jusqu'à la souffrance : aux espérances, aux joies et aux émotions de la science, succédèrent tout à coup le découragement et l'angoisse. Un voile chaque jour plus épais enveloppait sa pensée et l'isolait sans l'affaiblir. Le même mal accablait son esprit et son corps. La mémoire des mots lui manquait, et sa vue affaiblie lui permettait à peine de reconnaître les amis qui, chaque jour, pour le distraire, venaient tristement échanger devant lui d'insignifiantes paroles. « Je comprends tout », disait-il, et un geste déchirant, dernier effort d'une volonté naguère si puissante, laissait paraître à la fois la netteté de sa pensée, l'impossibilité de l'exprimer et l'espoir d'une fin prochaine. Dans le raisonnement il redoutait une souffrance, et dans l'attention une fatigue importune. Un jour, on parlait devant lui d'un brillant écrivain, penseur ingénieux et profond, pour lequel on savait son amitié et son estime. « Voulez-vous, lui disais-je, que je l'amène causer devant vous ? » Il resta pensif un instant, fit un geste énergique de refus, parut chercher un mot difficile : « Tempêtueux ! » s'écria-t-il enfin avec un sourire effrayé. La visite n'eut pas lieu.

La vie de Foucault a été sans événements. Le même cabinet de travail où, écolier peu studieux, il quittait à contre-cœur ses outils pour écrire d'excellents, mais rares devoirs, a vu grandir sa science, mûrir son esprit et naître les travaux qui ont fait sa gloire. Jamais il n'a voyagé, jamais il n'a brigué ni accepté, même pour s'y faire suppléer, les fonctions de professeur ; il n'a composé aucun livre, et quoique très habile à manier la plume, c'est dans les cabinets de physique, dans les observatoires, dans les ateliers, qu'il aspirait à laisser sa trace et que vivra surtout son souvenir.

J. Bertrand,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Discours présidentiel de M. Wurtz.

Messieurs,

La séance où l'Académie distribue ses couronnes doit consacrer aussi le souvenir des membres qu'elle a perdus. M. le secrétaire perpétuel vous retracera tout à l'heure la vie et les travaux d'un mort illustre dont la gloire a subi l'épreuve du temps. C'est le devoir du président de vous rappeler les deuils dont nous sortons à peine. Pendant l'année qui vient de s'écouler, la mort n'a pas été clémente à notre compagnie. Elle nous a ravi coup sur coup Delesse, H. Sainte-Claire Deville, Bouillaud, et tout dernièrement un de nos vétérans, M. Bussy. Delesse n'a fait que passer parmi nous, en nous laissant toutefois, avec le souvenir d'un commerce agréable et sûr, l'exemple d'une activité soutenue pendant quarante ans, et d'une carrière publique honorablement parcourue. Dans ses nombreux travaux de minéralogie et de géologie, et particulièrement dans ses recherches sur la constitution chimique des roches, il a apporté le discernement qui met au jour les faits et les détails, et l'exactitude qui les met en valeur. Comme lui, Henri Sainte-Claire Deville est entré dans son repos au seuil même de la vieillesse. Né à Saint-Thomas, il était venu en France dans sa première jeunesse, et, après avoir franchi avec bonheur les premières difficultés et les étapes intermédiaires de la science et de la vie, il s'était élevé au premier rang. Par le talent et la persévérance, il était de forte race, et rien ne trahissait en lui son origine lointaine, si ce n'est peut-être la chaleur de ses affections et je ne sais quel laisser-aller charmant dans l'abord, la conversation et le caractère.

Son premier travail a eu pour objet un carbure d'hydrogène qu'il a découvert dans le baume de Tolu, et pouvait faire présager que le jeune auteur se vouerait avec succès au culte de la chimie organique ; mais, au moment même où cette science prenait son essor, Deville s'est détourné de la voie qu'il avait suivie d'abord, et est devenu, parmi nous, le maître de la chimie minérale. Qui ne se souvient de la sensation qu'ont excitée ses travaux sur l'aluminium, sur le bore, sur le silicium, sur les métaux du platine ? Ses premières expériences sur ce mode particulier de décomposition qu'il a nommé dissociation ont été accueillies avec un sentiment qui tenait plus de l'étonnement que de l'admiration. Et pourtant il s'agissait d'une découverte de premier ordre qui laissera dans la science une trace profonde, mais dont la haute portée a échappé d'abord à des personnes fort compétentes, et, dans une certaine mesure, à l'auteur lui-même. Henri Sainte-Claire avait devancé son temps et avait procédé par une sorte d'intuition qui est le don et la marque d'un esprit supérieur. De fait, il a attaché son nom à une conception impérissable.

Ce privilège peut être revendiqué pareillement pour la mémoire de M. Bouillaud. Entraîné de bonne heure dans le grand mouvement provoqué par les travaux de Laennec, il a eu la fortune de consolider par des faits nouveaux et importants cette doctrine du maître : qu'à la plupart des maladies correspondent des lésions déterminées des organes ou du sang. M. Bouillaud a reconnu le premier que l'aphasie, c'est-à-dire le trouble plus ou moins profond de la parole, symptôme grave de certaines maladies du cerveau, a pour cause une lésion résidant dans les lobes antérieurs de cet organe. Dans un autre ordre d'idées, il a aperçu les relations qui existent entre les affections organiques du cœur et le rhumatisme articulaire aigu. Ce sont là de véritables découvertes qui ont illustré le nom de M. Bouillaud à une époque déjà lointaine, mais qui conservent encore aujourd'hui toute leur valeur. Le pays et notre compagnie regrettent en lui un des médecins contemporains les plus éminents par la science, par l'élévation de l'esprit et du caractère.

Les confrères que nous avons perdus avaient payé leur dette, laissant à ceux qui restent, avec de nobles exemples, le triste devoir de serrer les rangs. Et dans la science, toujours jeune, comme dans la vie, les rangs se reforment sans

cesse. J'en ai pour preuve l'activité féconde qu'ont déployée dans tous les domaines du savoir tant d'hommes voués au travail, et dont quelques-uns ont obtenu, dans cette lutte contre l'inconnu, des résultats dignes d'être proclamés par l'Académie.

L'année qui vient de s'écouler a été marquée, en effet, par un événement scientifique auquel se rattachent des communications importantes faites dans nos séances et des récompenses décernées par nos commissions de prix. Je veux parler de l'exposition d'électricité et du congrès des électriciens. Le mot est nouveau, comme la profession, et l'on a vu rarement un mouvement scientifique appeler un tel concours de travailleurs et créer, en peu de temps, des intérêts si considérables. Quoi de plus étonnant, en effet, que les applications multiples de cet agent mystérieux, tour à tour employé à faire jaillir la lumière, à produire la chaleur, à provoquer des actions chimiques, à revêtir des objets divers de couches métalliques compactes et brillantes, à transmettre à distance la force, et avec elle non seulement des signaux et des messages écrits, mais les sons de la musique et jusqu'à la parole humaine !

Grâce à l'importance de ces résultats, la science de l'électricité a enfanté un art pratique, où l'ingénieur met en œuvre et en valeur les enseignements de la théorie et où la force nouvelle dont il varie les effets à son gré est mesurée, transmise, transformée et débitée, comme on ferait, à peu de chose près, d'une denrée. Et c'est un fait digne de remarque que cette force dont la nature est profondément cachée soit susceptible de mesures exactes, propres non seulement à exprimer toutes les conditions d'une expérience scientifique, mais encore à fournir une base certaine aux évaluations que l'industrie réclame.

De l'électricité qui se développe par une action quelconque, on sait mesurer l'intensité de la force mise en jeu et qu'on nomme électromotrice. Un courant se propage à travers un conducteur, il est nécessaire de connaître exactement la résistance que ce dernier lui oppose. Un courant traverse une auge galvanoplastique, il importe d'évaluer le travail absorbé par la décomposition du sel métallique. La lumière éclate dans l'arc voltaïque ou dans une lampe à incandescence, quelle est la force consommée dans ces appareils? Quel est, d'un autre côté, le travail absorbé par un moteur dynamo-électrique actionné par une machine à vapeur et le travail rendu par ce moteur lorsqu'on le fait servir à la transmission du travail? Tous ces problèmes sont résolus. On sait mesurer le travail électrique en faisant entrer dans le calcul de ces mesures des données expérimentales telles que l'intensité, la force électromotrice, la résistance. Il s'agit là de mesures, c'est-à-dire de comparaisons, et les valeurs numériques par lesquelles on exprime les conditions d'une expérience, ou le jeu d'un appareil, ou le rendement d'une machine, ont besoin d'être rapportées à des unités. La tâche principale du congrès des électriciens a donc été la définition des unités électriques. Il avait été précédé dans cette voie. Un physicien illustre, Weber, avait imaginé les unités électriques absolues d'intensité et de résistance. Pour ces définitions, le congrès a adopté le système électro-magnétique préconisé par l'Association britannique pour l'avancement des sciences et qui consiste à mesurer la force avec laquelle un courant agit sur un pôle d'aimant. C'est donc une force magnétique qui sert de point de départ à la fixation des unités électriques, et ces dernières sont rapportées à des unités mécaniques de longueur, de masse, de temps, qui sont le centimètre, le gramme, la seconde. Elles présentent entre elles une corrélation intime, car l'unité d'intensité est l'intensité qui est produite par l'unité de force électromotrice dans l'unité de résistance. Au point de vue théorique, ces unités de mesures sont définies exactement et en valeur absolue, comme on dit, de façon à offrir au calcul une base sûre et à ne pas introduire de coefficients arbitraires. Seulement, elles représentent des quantités très petites, par rapport à celles qu'il s'agit de mesurer. On a donc été conduit à les remplacer, dans la pratique, par des multiples déterminés, et à l'unité de résistance, par exemple, on a substitué un milliard d'unités de résistance qu'on nomme un *ohm*.

Ce dernier exprimant une résistance exactement définie par la théorie, il s'agit maintenant d'en trouver la représentation pratique, c'est-à-dire de déterminer la nature, la section et la longueur d'un conducteur métallique, qui offre effectivement cette résistance. Ce sera l'étalon de résistance électrique, comme le mètre est l'étalon de longueur. Le congrès des électriciens s'est appliqué à cette tâche et, adoptant une idée de Pouillet, a décidé que l'étalon de résistance serait une colonne de mercure d'un millimètre de section et dont la longueur devra être fixée par une commission internationale de physiciens.

A l'unité de résistance qui vient d'être définie, et à l'unité de force électromotrice, le congrès a rattaché l'unité de quantité et l'unité de courant, et a voulu rendre hommage à la science française en nommant la première Coulomb, la seconde Ampère.

Telle est, en abrégé, l'œuvre du congrès des électriciens, heureux complément de l'exposition dont vous avez admiré les merveilles. Cette œuvre sera poursuivie par la commission internationale chargée d'entreprendre les expériences nécessaires pour l'établissement des étalons électriques et dont la tâche a été tracée d'avance, car cette commission n'aura qu'à s'inspirer des principes posés, avec tant de clarté et d'autorité, par les représentants les plus illustres de la physique contemporaine.

Vous les avez vus assidus à vos séances, et il m'a été donné de les saluer en votre nom. Leur collaboration active et courtoise avec les membres les plus compétents de cette Académie portera ses fruits, et ces efforts réunis exerceront une influence durable sur les progrès de la science et de l'industrie électriques.

Parmi les progrès déjà accomplis, l'apparition du téléphone a marqué le plus éclatant. Le gouvernement français avait décerné le prix Volta à l'auteur de cette grande découverte, M. Graham Bell. Ce dernier a tenu à honneur de payer sa dette de reconnaissance et l'a noblement acquittée en faisant connaître à l'Académie une découverte plus étonnante

encore. Au lieu d'employer l'électricité comme agent de transport, il a mis à contribution l'énergie radiante de la lumière pour transmettre au loin des sons qui sont finalement entendus par un téléphone. M. Graham Bell vous a offert les prémices de son photophone.

Dans les premières piles qui ont été construites, les physiciens ont eu à lutter contre un inconvénient sérieux qui diminue rapidement l'intensité du courant : il est dû au dépôt d'une couche gazeuse sur les lames métalliques. Les électrodes qui plongent dans un liquide à travers lequel le courant se propage, en le décomposant, subissent pareillement cette influence : elles se recouvrent de gaz et se polarisent, comme on dit, en opposant au courant un courant de sens inverse. Lorsqu'on les réunit par un fil conducteur, après avoir écarté la pile, ce courant inverse se manifeste dans le circuit.

C'est ce qu'on nomme une pile secondaire. M. G. Planté s'est appliqué avec un grand succès à en tirer un parti avantageux. Les électrodes dont il se sert sont deux lames de plomb immergées dans l'eau acidulée d'acide sulfurique. Sous l'influence du courant, l'une se couvre d'hydrogène, l'autre de peroxyde de plomb. Les voilà chargées, et rien n'empêche de les éloigner de la pile et de mettre en réserve, et comme en magasin, la force qu'ils peuvent développer. Rien n'empêche aussi, après avoir chargé les couples en quantité, en faisant communiquer toutes les lames de même nom, de disposer ces mêmes couples en série, en joignant une lame de l'un avec la lame de nom contraire du suivant.

La pile secondaire est maintenant chargée en tension, les forces électromotrices s'ajoutent et les effets obtenus s'accroissent avec le nombre des couples. C'est là l'idée heureuse de M. G. Planté : elle donne lieu à des applications diverses, et l'Académie a voulu marquer à l'inventeur sa haute approbation en lui décernant le prix Lacaze pour la physique. Il en retient l'honneur ; mais, par un sentiment généreux dont il faut le féliciter, il abandonne l'argent à la Société des amis des sciences fondée par Thenard.

La propagation inégale de la chaleur dans deux conducteurs métalliques soudés bout à bout, et dont les deux soudures présentent une différence de température, engendre un courant électrique dont l'intensité peut servir à mesurer cette différence. Notre illustre et regretté confrère C. Becquerel a fait connaître l'usage que l'on peut faire de ces courants thermo-électriques dans les recherches relatives à la chaleur animale. Pour déterminer exactement la température d'un organe ou d'une cavité, il a employé le premier deux aiguilles formées chacune d'un fil de cuivre et d'un fil de fer soudés à la pointe et mises en communication l'une avec l'autre, et, d'autre part, avec un galvanomètre, de façon à former un circuit. L'une d'elles étant plongée dans le corps, tandis que l'autre est maintenue au dehors à une température constante, la moindre différence de température fait naître un courant qui dévie l'aiguille du galvanomètre. De là un moyen simple et délicat d'apprécier la distribution de la chaleur dans l'économie. Tel qu'on le construisait généralement, l'instrument était même trop délicat ; car cette aiguille bimétallique, qui était plongée dans le corps comme une sonde, y était soumise à l'action du sang et des humeurs qui pouvaient attaquer l'un des métaux, cette action chimique développant parfois un courant électrique d'une autre nature. Si faible qu'il fût, ce dernier affaiblissait ou renforçait le courant thermo-électrique lui-même et pouvait troubler, par conséquent, les indications du galvanomètre. M. d'Arsonval s'est appliqué à faire disparaître cette cause d'erreur, et il y a réussi en construisant les sondes de telle façon que le cuivre seul soit en contact avec les humeurs. D'un autre côté, voulant éviter un trop grand écart entre la température des deux aiguilles, il introduit l'une d'elles dans une étuve à température constante et aussi rapprochée que l'on veut de celle qu'il s'agit de mesurer. Par ces dispositions, il a augmenté à la fois la sensibilité et l'exactitude des mesures. Il n'a pas été moins heureux dans les modifications qu'il a apportées à la construction du galvanomètre et aux méthodes calorimétriques propres à déterminer les quantités de chaleur dégagées par un animal dans un temps donné. M. d'Arsonval a poursuivi ces recherches avec une persévérance digne d'éloges et avec un succès auquel eût applaudi son maître, Cl. Bernard. L'Académie lui a décerné le prix Montyon pour la physiologie.

Le passage de l'étincelle électrique à travers l'air développe, comme on sait, une odeur particulière qui se manifeste aussi dans les endroits visités par la foudre. Elle est due à la formation d'un corps particulier, que Schœnbein a découvert et qu'il a nommé ozone. Il en a indiqué exactement les propriétés et les divers modes de formation, mais sa grande sagacité s'est trouvée en défaut lorsqu'il a essayé d'en fixer la nature. De longues recherches et d'ingénieuses discussions ont établi que ce corps est de l'oxygène condensé, renforcé en quelque sorte, ce qui explique l'énergie de son action oxydante. Le problème de sa constitution eût été résolu facilement s'il avait été possible de l'isoler de tout autre corps : il n'en est rien malheureusement, car l'ozone est toujours mêlé avec une forte proportion d'oxygène. MM. Hautefeuille et Chappuis ont réussi à le préparer dans un état de concentration beaucoup plus grand, en soumettant l'oxygène à l'action des effluves électriques, à une très basse température ; de fait, ils sont parvenus à élever à 50 pour 100 la proportion d'ozone contenu dans l'oxygène. Ce résultat important leur a permis de constater de nouvelles propriétés de ce corps, qu'ils ont réussi à liquéfier. Chose inattendue, il présente une couleur bleue, et, comme il existe en petite quantité dans l'air, les auteurs ont soulevé discrètement la question de savoir si l'azur du ciel ne serait pas dû à l'ozone. L'un d'eux, M. Hautefeuille, s'est fait connaître de l'Académie par de nombreuses et savantes recherches de minéralogie synthétique. Elle lui a décerné le prix Lacaze pour la chimie.

Le sujet que je vais effleurer maintenant et qui est visé par une des récompenses décernées par l'Académie est fort éloigné de l'électricité. Il concerne un des points les plus élevés et les plus délicats de l'optique, savoir la cause de la polarisation rotatoire.

Lorsqu'un faisceau de lumière polarisé dans un certain plan traverse une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe, on observe qu'à sa sortie le faisceau reconstitué est polarisé dans un plan différent. De fait, le plan de polarisation a tourné et l'on attribue cette rotation à l'influence qu'exerce sur les vibrations lumineuses la dissymétrie des molécules cristallines. Mais ce n'est pas à une dissymétrie du même ordre qu'on peut attribuer le pouvoir rotatoire des corps liquides ou gazeux. Ici plus d'édifice cristallin : les vibrations lumineuses ne rencontrent que des molécules chimiques, orientées d'une façon quelconque et qui ne peuvent les influencer qu'en vertu d'une dissymétrie propre. C'est du moins l'hypothèse énoncée en termes généraux par Biot et Delafosse et soutenue depuis par M. Pasteur. M. A. Le Bel a essayé de la préciser en rattachant la dissymétrie dont il s'agit aux idées qui ont cours aujourd'hui sur la constitution des composés organiques. On sait qu'ils contiennent tous du carbone, et l'on admet que les atomes de ce corps ont la faculté de retenir chacun quatre éléments ou groupes d'éléments, comme une planète retient les satellites. Concevons donc un atome de carbone ainsi entouré de ses quatre satellites. Si, dans un tel système, les quatre éléments ou groupes sont les mêmes, la symétrie sera parfaite autour du noyau ; elle pourra exister à droite et à gauche, par rapport à un plan vertical, lorsque les éléments placés à droite et à gauche sont identiques ; mais elle cessera d'être lorsque les quatre éléments sont différents. Dans ce dernier cas, le système renferme un atome de carbone que M. Le Bel nomme « asymétrique » ; or il admet que toutes les combinaisons organiques douées du pouvoir rotatoire renferment un tel atome de carbone. Sans qu'on puisse énoncer une opinion définitive sur la valeur de cette théorie, il faut reconnaître qu'elle a été vérifiée dans un certain nombre de cas et qu'elle prend aujourd'hui son principal point d'appui dans ceux-là même où elle semblait être en défaut. Il existe, en effet, de nombreux composés organiques à structure relativement simple et qui, renfermant un atome de carbone asymétrique, sont pourtant dépourvus du pouvoir rotatoire. M. Le Bel, confiant dans la valeur de son idée, s'est demandé si ces composés ne seraient pas formés par un mélange à parties égales de deux corps, actifs en sens inverse, l'un déviant à droite, l'autre à gauche, le plan de polarisation.

Séparer l'un de l'autre ces deux corps actifs, si différents au point de vue optique, si semblables par toutes les autres propriétés, est un problème presque insoluble. Tout ce que M. Le Bel a pu faire, c'est de détruire l'un en laissant subsister l'autre et il s'est adressé pour cela, comme l'avait fait avant lui M. Pasteur, à ces organismes microscopiques dont le développement provoque certains phénomènes chimiques et qui sont les agents des fermentations proprement dites. En faisant végéter certaines moisissures dans les mélanges dont il s'agit, il est parvenu à mettre en évidence le pouvoir rotatoire de l'un des composants, après avoir détruit l'autre. Dans le cours de ses recherches, poursuivies depuis plusieurs années, M. Le Bel a mis au service d'une idée élevée une grande finesse d'observation et un vrai talent d'expérimentateur : heureuse association de qualités qui fait le vrai chimiste et que l'Académie a voulu récompenser en décernant à l'auteur le prix Jecker.

Les phénomènes chimiques corrélatifs du développement des moisissures dont on vient de parler ont été, de la part de M. Gayon, l'objet d'études suivies. Ce savant s'est attaché particulièrement à définir l'œuvre d'un certain petit champignon, d'un mucor, lequel, végétant à l'abri de l'air, fait fermenter le moût de vin, le moût de bière et la solution aqueuse de glucose, comme la levure de bière ; les produits formés sont de même nature et l'on pourrait fabriquer une bière de mucor limpide et de saveur agréable et qui ressemblerait à l'autre si elle ne possédait un léger goût de prune. Mais, à la différence de la levure de bière, cette levure mucor n'attaque pas le sucre ordinaire qu'elle est incapable d'hydrater et de faire fermenter consécutivement. Ces recherches ont valu à leur auteur le prix Alhumbert : ils offrent un beau développement des premiers travaux de M. Pasteur, dont notre Académie a accueilli avec admiration les découvertes récentes et dont une autre Académie vient d'adopter le nom glorieux.

Je m'arrête, et pourtant la liste de vos lauréats est loin d'être épuisée, et je pourrais vous conduire avec eux dans une foule de domaines qu'ils ont explorés avec succès. Ce qui caractérise, en effet, l'activité scientifique de nos jours, c'est, tout ensemble, la grandeur et la multiplicité des efforts qui portent dans toutes les directions. Témoins émus de ce grand mouvement, ne voyons-nous pas les sciences naturelles agitées par une conception hardie, la physique et la chimie, comme renouvelées par le principe de la conservation des forces et par de grandes idées sur la constitution de la matière, toutes les branches des sciences mathématiques, enfin, vivifiées par une sève toujours jeune, grandir perpétuellement en vigueur et en étendue ?

A en juger par les progrès accomplis depuis cinquante ans, on se demande quelles surprises seront réservées à nos successeurs. Qui sait ? elles dépasseront peut-être nos rêves d'aujourd'hui, et nous serions tentés de nous écrier : *Quo non ascendam !* si l'expérience de chaque jour ne nous apprenait pas à nous défier des prévisions et des espérances. Ce que nous savons, c'est que le champ des découvertes futures est illimité, sinon en profondeur, du moins en surface, et que notre science n'épuisera jamais notre curiosité.

WURTZ.

TRAVAUX PUBLICS

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
COURS DE CONSTRUCTIONS CIVILES
LEÇON D'OUVERTURE — 5 NOVEMBRE 1881

M. ÉMILE TRÉLAT

Les travaux publics.

I.

Les *Travaux publics* doivent faire cette année le sujet de nos études. Bien que je n'aie pas la prétentieuse pensée d'épuiser cet énorme sujet en quarante-cinq leçons; quoique j'espère à peine en ébaucher quelques chapitres, je ne puis pas, je ne veux pas l'engager devant vous sans en déterminer la portée. Il faut que nous le définissions aujourd'hui dans son ensemble. Vous ne sauriez vous en plaindre; car ce que je vous propose n'est, à vrai dire, que la reconnaissance de ce grand territoire que nous nommons la France. N'ayez peur : on ne regarde jamais de trop près de ce côté-là. Et, quand l'observateur porte un cœur français, il en recueille des encouragements à nul autre pareils. Je vous en donne ici pour gage l'émotion profonde que j'ai rencontrée moi-même dans la préparation de cette leçon.

Voici trois cartes de France : la carte à 1/600 000 de mon collègue M. Levasseur; — une autre carte du même auteur, plus petite, mais beaucoup plus accentuée dans ses reliefs; — enfin la carte géologique de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont. Ce n'est pas trop de ces trois images pour nous permettre de comprendre l'objet sur lequel doivent porter nos études. Commençons par la carte à 1/600 000; suivons-y les contours qui limitent la France.

Vous voyez d'abord, du côté des grandes mers, un vaste développement de côtes. Regardez :

Nous partons de Dunkerque, sur la mer du Nord; nous arrivons au cap Gris-Nez, qui marque le détroit anglo-français. Dans la Manche, nous contournons la baie de Somme jusqu'au cap d'Antifer. Au delà, voici la baie de Seine, et le golfe du Calvados, fermé à la pointe de Barfleur. Jusqu'ici les côtes sont occupées par des plages étalées ou des falaises peu résistantes. Elles sont limitées par des sinuosités longues et molles, et la mer est libre, au voisinage. La vue y court sans obstacles, à la surface des eaux. Mais, de Barfleur au cap de la Hogue, je marque devant vous l'extrémité nord du Cotentin, qui possède Cherbourg et qui pointe sa double corne sur l'Angleterre. A partir de ce large promontoire, mille petites anses enfermées dans des caps découpent la roche qui borde la mer, en même temps que des îles nombreuses parsèment les eaux. Ces côtes, accores et dentelées, se montrent tout autour du grand golfe, où je signale Saint-Malo et Saint-Brieuc; puis, au delà, jusqu'aux pointes Saint-Mathieu et du Raz, qui finissent notre continent à l'ouest, d'où le nom de Finistère. En revenant à l'est-sud-est, et franchissant la bouche de Loire, on reconnaît la même bordure marine jusqu'aux Sables-d'Olonne. Devant la Rochelle le rivage garde bien encore quelque solidité d'allure, en face les îles qui le bordent; mais, à partir de l'embouchure de la Gironde, il court droit au sud, le long d'une mer découverte, en s'appuyant sur des dunes mobiles. Il gagne ainsi la Bidassoa, près de Bayonne. — Entre la Belgique et l'Espagne, la France fait ainsi face à la mer sur plus de 1800 kilomètres.

Au sud, notre pays est borné par l'épaisse chaîne des Pyrénées, qui dresse sa forte barrière depuis la Bidassoa jusqu'au cap Creux, sur la Méditerranée.

Ici, recommencent les côtes. Elles bordent d'abord, de leurs plates lagunes, le golfe du Lion, qui forme la grande baie du Rhône; puis, reprenant du relief vers Marseille, elles atteignent à Menton un développement méditerranéen de 500 kilomètres.

Du sud au nord, notre frontière continentale s'appuie sur les grandes crêtes orientales des Alpes, sur la muraille du Jura central et sur les sommets des Vosges, où j'en suis mal la trace récente et mal assise.

Enfin, au nord, suivant une ligne que je vous indique, en ce moment, nos limites nationales vont se fermer à quelques kilomètres de Dunkerque.

J'ai marqué sous vos yeux l'étendue du territoire métropolitain de la France : il mesure 53 millions d'hectares.

Je viens de vous décrire une surface; cela ne suffit pas à vous faire comprendre la figure de notre sol. Il est, en effet, très mouvementé, et souvent très relevé. Tâchons de le voir avec ordre.

Veuillez pour cela regarder la petite carte, celle que je vous ai nommée en second lieu. Je vous y montre notre frontière méridionale; c'est une suite de reliefs très accusés. Ils présentent une crête longitudinale facile à suivre, presque ininterrompue, et consolidée, au nord et au sud, par de nombreuses crêtes transversales. Vous reconnaissez les Pyrénées. On y distingue des points culminants qui atteignent 3300 et même 3400 mètres d'altitude. Le versant septentrional de cette chaîne nous appartient, et c'est chez nous que s'y épanouissent les multiples contreforts qui accidentent les fonds de notre vieille Gascogne et de notre vieux Languedoc.

Passons à l'est. Voici les Alpes qui laissent chez nous la majeure partie de leurs inextricables enchevêtrements méridionaux. Nous y trouvons les Alpes de Provence; les Alpes du Dauphiné avec leur Pelvoux, haut de 4100 mètres; les Alpes de Savoie qui se dressent au mont Blanc jusqu'à 4800 mètres. Plus au nord, le Jura comprend une cime de 1700 mètres, et les Vosges, un ballon de 1400 mètres de hauteur.

Mais le relief le plus largement assis sur notre sol, sinon le plus haut, c'est cette agglomération de montagnes appelée *massif central* qui enferme Clermont-Ferrand dans un cercle de 400 kilomètres de diamètre, et au milieu de laquelle je vous montre les monts Dôme, les monts Dore et les monts du Cantal. On y mesure des altitudes qui vont jusqu'à 1800 mètres. Ce massif est longé, à l'est, par une suite de crêtes qui, sous les noms de monts Cévennes, monts du Gévaudan, monts du Vivarais, monts du Lyonnais, monts Mâconnais, monts du Charolais, Côte-d'Or, crêtes de Langres, monts Fau-

cilles, développe 800 kilomètres, depuis les Pyrénées jusqu'aux Vosges. On y rencontre une cime qui atteint 1500 mètres.

Sur le reste du territoire, on ne trouve plus guère que des collines qui dépassent rarement 200 ou 250 mètres. Je tiens toutefois à vous signaler celles qui occupent l'extrémité ouest de la Bretagne. Elles s'élèvent en quelques points à 400 mètres. J'aurai prochainement à vous en reparler.

Vous auriez encore une idée fort incomplète des mouvements de notre surface territoriale, si je ne vous en montrais que les sommets. Entre les reliefs, se trouvent de vastes espaces relativement bas, et connus sous le nom si expressif de *bassins*. C'est dans ces fonds que les eaux tombées du ciel sur toute l'étendue de la France viennent se ramasser. Elles s'y sont tracé des chemins ou *thalwegs* qui les conduisent incessamment à la mer sous le nom de fleuves. Chaque thalweg dessert un bassin; et c'est ainsi que vous reconnaissez sur la carte les bassins du Rhône, de la Seine, de la Loire, de la Garonne... Ah! vous avez maintenant un juste aperçu des mouvements qui tourmentent le sol de notre pays, du nord au sud, de l'est à l'ouest.

Mais le moment est venu de changer de tableau. Voici la carte géologique de France. Veuillez y regarder avec attention toutes les parties qu'on y a marquées en rose, en rouge ou même en brun. Vous les reconnaissez, je n'en doute pas, comme autant de bases élargies des localités montagneuses que nous avons appelées Pyrénées, Alpes, Vosges, massif central et monts de Bretagne. C'est qu'en effet, messieurs, ces différents reliefs sont constitués jusqu'en leurs profondeurs, par des matériaux que les géologues distinguent avec soin, qu'ils marquent sur les cartes des couleurs que je viens de désigner et qu'ils nomment *terrains primitifs*. Veuillez considérer de même toutes les autres localités de la carte, c'est-à-dire celles marquées en couleurs plus douces : bleu, vert, jaune, violet. Vous les reconnaissez encore : ce sont les intervalles que je vous désignais, il y a quelques instants, sous le nom de bassins. C'est qu'en effet ces bassins sont constitués en leur profondeur par des matériaux que les géologues distinguent toujours avec soin et qu'ils nomment *terrains remaniés*.

Retenez, messieurs, retenez ces termes : terrains primitifs, terrains remaniés. Les premiers composent les plus vieilles assises de notre territoire national, et c'est parce qu'ils sont tels que je devrai vous en indiquer les origines. Les seconds comprennent les strates, sur lesquelles sont établies nos villes importantes, sont fixées nos populations denses, sont concentrées nos activités productives, et c'est pour cela que je devrai vous en faire connaître le mode de formation.

Je commence par une digression nécessaire.

Notre terre, comme toutes les autres planètes, a eu son commencement; elle aura sa fin. Incessamment, des mondes semblables au nôtre s'agrègent dans les espaces, s'échauffent pour prendre figure, se refroidissent pour se solidifier, fixent dans un équilibre relatif leurs terres et leurs eaux pour recevoir la vie, persistent, s'usent lentement, puis se désagrègent. C'est le travail même du grand univers. La matière diluée dans l'espace tend sans cesse à s'y ramasser sous l'influence de l'attraction universelle et de circonstances secondaires mieux pressenties que définies. Les agrégations forment les planètes, produisent la chaleur qui engendre la vie. Puis, la vie épuise la chaleur, le froid vient et la ruine commence pour la planète. La matière s'éparpille alors et reprend sa place dans la dilution générale. Ces énormes phénomènes durent des milliers de milliers de siècles, et nous n'en sommes pas au terme final sur notre terre. Pour le moment, d'ailleurs, et dans ce lieu, nous voulons comprendre comment le coin que nous habitons s'est façonné.

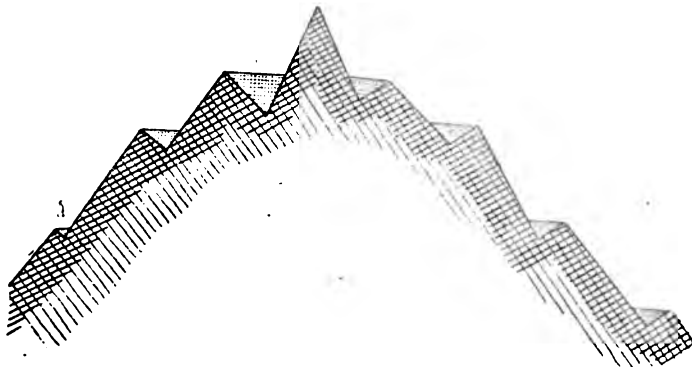
Quand notre sphère s'est formée, le globe roula autour de son soleil, en dispersant sa chaleur dans l'espace. Une partie des matériaux refroidis fit croûte à la planète, tandis que d'autres se déposèrent, liquides à la surface. Mais l'enveloppe manqua longtemps d'épaisseur, de régularité et de résistance suffisantes.

Les masses intérieures, restées incandescentes et expansives, réagissaient contre l'obstacle qui rétrécissait leur logement. La croûte était facile à rompre; il se fit des déchirures d'où sortirent des matériaux fondus ou pâteux, qui formèrent, en se refroidissant à la surface, d'énormes chaînes protubérantes. Les granits, les porphyres, les gneiss et d'autres matériaux plus ou moins bien cristallisés que nous rencontrons sur nos sols sont les restes de cette espèce de cerclage qui consolida d'abord notre sphère. Vous voyez qu'ils ont été bien nommés : terrains primitifs. Mais la croûte ne fit pas que se déchirer, elle était flexible, elle s'affaissa dans les intervalles des crevasses éruptives en y attirant les eaux du globe.

Ces violents phénomènes ont constitué le premier squelette de la terre. Ils ont été suivis d'autres phénomènes analogues qui ont déplacé les océans, et tout cela s'est souvent répété. Mais nous avons assez longtemps considéré le globe dans son ensemble. — Revenons à la France. Notez, messieurs, que les localités teintées roses, rouges et brunes sur la carte sont les restes des premiers ossements de notre territoire. Ils faisaient partie de montagnes qui avaient des hauteurs colossales. Je ne sais à combien de kilomètres elles s'élevaient au-dessus des océans. Mais je vous dis que d'énormes quantités de matériaux les exhaussaient. Alors, tous les espaces teintés en couleurs claires sur la carte étaient des mers profondes à plusieurs kilomètres. Depuis cette époque, les gigantesques reliefs ont été écrêtés, usés, ruinés par des forces que je veux vous faire connaître, et vous verrez que c'est pour avoir été les pourvoyeurs du sol de nos bassins et les générateurs du territoire, qu'ils ont été réduits à leurs proportions actuelles.

Je vous prie, messieurs, de regarder le schéma que je trace en ce moment sur le tableau. Il vous donne l'idée des profils qu'auraient présentés à vos yeux les reliefs primitifs. C'est, de part et d'autre d'une crête centrale, une suite descendante de pentes et de contrepentes qui forment des poches successives, séparées par des murailles en dents de scie. Je ne puis aujourd'hui vous exposer les considérations que les

géologue puise dans le travail d'épanchement et de solidification des roches fondues, débordant les crevasses de la croûte terrestre, pour établir la constance de cette figure des montagnes primitives. Mais je vous engage à ne pas oublier ces sortes de réservoirs juchés les uns au-dessus des autres.



Je vous prie aussi de vous rappeler que notre sphère tourne autour de son axe polaire incliné sur l'écliptique; que la surface y est en majeure partie occupée par les océans; que les eaux de la zone équatoriale s'y échauffent ou s'y transforment en vapeurs; que des courants superficiels d'eaux chaudes se transportent incessamment aux pôles, qui renvoient à l'équateur des courants profonds d'eaux froides; qu'une atmosphère, allégée par d'épaisses vapeurs, monte au haut des airs, y voyage dans les directions polaires, et, rencontrant les hautes et froides cimes des reliefs terrestres, y dépose ses eaux et sa chaleur. Ce travail de la nature, au milieu duquel nous vivons, avait, à l'époque qui nous occupe, des énergies que nous ne connaissons plus. La température de la terre, plus élevée, activait la vaporisation équatoriale; tandis que les sommets plus hauts et relativement plus froids accroissaient la condensation des eaux. Celles-ci attaquaient bien plus fréquemment et bien plus abondamment les crêtes montagneuses. Et c'est dans cette préoccupation que je reviens avec vous vers mon schéma dentelé.

Voyez : les eaux ruissellent sur les flancs des montagnes; elles s'accumulent dans les cuvettes étagées; elles en pressent les murailles; elles débordent leurs arêtes aiguës; elles en fatiguent les matériaux, alternativement échauffés et refroidis, dilatés ou contractés. Elles usent leurs enveloppes. Le moment vient où la paroi cède au point le plus aminci. La brèche s'ouvre. L'eau s'y précipite, poussant devant elle l'avalanche de matériaux qui devient un nouvel agent de ruine, à la rencontre des obstacles inférieurs. Voilà le *torrent*. Il s'établit en mille endroits. Les rampes pierreuses en sont partout tranchées de haut en bas; et, par ces vastes sillons, d'innombrables chasses de roches, arrachées aux faîtes, vont s'échouer dans les liquides profondeurs des bassins. L'immense atelier travaille pendant des siècles de siècles, et c'est aux bruits formidables de ces incessantes débâcles que la montagne descend à la mer et que s'exhaussent les fonds qui deviendront un jour des plaines fertiles.

Ces premiers labeurs de la nature ont constitué l'œuvre de dégrossissement de la surface des continents. Puis, d'autres défigurations de la croûte se sont produites. Des soulèvements secondaires ont déplacé plusieurs fois les océans, amené au jour de nouveaux reliefs, composés des premiers matériaux échoués au fond des mers. C'est ainsi qu'ont été emmaillotées les roches primitives des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, de Bretagne, du massif central. La carte vous les montre enceintes ou traversées de taches bleues qui distinguent le terrain dit jurassique. C'est ainsi que se sont faits le Jura français, les monts de la Côte-d'Or et de Langres. Mais sur ces reliefs moins anciens, moins élevés, moins durs, les mêmes actions torrentielles se sont exercées et, plus facilement, ont fait retomber les cimes aux bas-fonds maritimes. Il faut, messieurs, garder le souvenir des torrents, qui ont été les maîtres façonniers de notre sol.

Mais ce n'est pas tout, les géologues ont encore constaté qu'à une époque géologique qui n'est pas très ancienne, les climats se sont refroidis considérablement. Les pluies, condensées et solidifiées par le froid sur les reliefs, s'y sont fixées et comprimées en énormes amas de glaces. Ces glaces ont occupé, non seulement les cuvettes, mais toutes les crevasses suivies par les eaux torrentielles. On a eu d'énormes glaciers, aux têtes profondes, aux mille bras pendant le long des flancs des montagnes. Ces solides pesants se sont empreints dans les anfractuosités de leurs moules pierreux; puis, ils ont lentement glissé sur leurs fonds inclinés, rabotant les roches sur lesquelles ils s'appuyaient, les détruisant et en entraînant les ruines dans les profondeurs. On retrouve ces matériaux de transport à des centaines de kilomètres des crêtes qui les ont fournis. Et voilà le terrassier de renfort que la nature a donné au torrent pour régler les reliefs habitables des continents. L'œuvre du dernier est beaucoup moins importante que celle du premier; mais elle la complète.

C'est sous l'action combinée de ces grands niveleurs que les hautes cimes primitives ont été transportées au fond des mers et que nos bassins ont émergé; vous comprenez pourquoi j'ai nommé *générateurs du territoire* les reliefs primitifs que je vous ai signalés avec tant d'insistance. Par eux, fut bien établi le territoire. Mais il faut s'entendre. Les grands remblais faits, il n'y avait encore en France qu'une base solide, pourvue de continuité. Elle n'était pas prête à recevoir le travail des hommes. Il y avait un sous-sol; le sol manquait. Ce sont encore des forces naturelles qui le préparèrent, mais par des procédés nouveaux.

Quand les hauts sommets eurent pourvu au remblayement des bassins, que les Alpes et les Pyrénées furent devenues accessibles, comme elles le sont de nos jours, que le grand triangle armoricain eût été usé jusqu'à n'avoir plus que de petites collines pour nous rappeler ses primitives altitudes, les phénomènes météorologiques ont diminué, les dégradations de montagnes se sont amoindries; l'œuvre de la nature s'est adoucie.

Des forêts ont poussé partout, couvrant comme d'un pelage la surface terrestre. Alors, les vapeurs condensées aux sommets sont devenues impuissantes à former des torrents ravageurs. Les eaux de pluie s'imprègnent lentement dans le

feuillage des arbres. Elles gagnent le sol en se divisant. Elles le pénètrent peu à peu et s'y écoulent laborieusement. Au lieu de divaguer dans les bassins ou d'y surgir brusquement, de les ravager, d'y déposer des galets, des graviers ou des sables arrachés aux cimes, elles y traînent des cours constants et régulièrement établis dans des lits fixes. Cet état remarquable correspond à une espèce d'équilibre géologique. Le relief terrestre est permanent. Il ne se détériore plus. Il conserve sa figure. De plus, sous l'abri forestier, le sol géologique reçoit tous les détritus de la végétation. Il se recouvre d'humus. Le sol arable se fait et n'attend plus que le travail des hommes pour produire.

Tel était le territoire que la nature avait préparé à nos plus vieux ancêtres. Contrée admirable et privilégiée entre toutes, demeure de race, incomparable par ses ressources et par ses attraits ; surface grande pour nourrir un grand peuple ; surface ramassée sur elle-même pour réduire au plus court les distances qui séparent les hommes ; latitude moyenne confinant aux climats septentrionaux et aux climats méridionaux pour doter la nation des énergies du nord et des imaginations du sud ; *gulf-stream,* caressant ses rivages pour réchauffer son sol ; voisinage de l'océan et accès immédiat des vents équatoriaux, pourvoyeurs d'eau et de calorique ; excellente proportion de montagnes, pour alimenter l'arrosement des bassins ; 2300 kilomètres de côtes, pour épandre dans le monde la grande civilisation, qui ne s'est jamais propagée que par mer ; 1600 kilomètres de frontières terriennes pour avoisiner les rivalités continentales et y puiser l'ardeur du progrès ; 1200 kilomètres de cimes défensives pour se garder chez soi. Ajoutez à cela un sous-sol empli de richesses minérales, un sol, préparé pour toutes les productions, des sites assez divers pour faire pressentir toutes les scènes du monde, et, vous aurez l'idée de ce merveilleux pays, qui est notre France.

II.

La nation qui détient un pareil territoire est soumise à l'impérieuse nécessité de le conserver, de l'entretenir, de le défendre contre les détériorations ou les ruines qui pourraient l'atteindre. Le territoire doit rester intact. Cela ne se démontre pas. Vous sentez bien, messieurs, que je ne fais pas intervenir ici les lamentables fluctuations du patrimoine politique. Il y a de ce côté, vous le savez trop, des malheurs qui étreignent terriblement la conscience des générations défaillantes. Mais, si le principe de conservation est général, il implique ici un devoir d'un ordre supérieur qu'il ne m'appartient pas d'envisager devant vous. Ce que j'étudie, c'est le sol national aux prises avec les forces de la nature. Y a-t-il donc quelque danger à redouter de ce côté ? Cela n'est pas douteux ; et c'est ce que je dois vous montrer.

Tournez encore une fois vos regards vers cette carte. Considérez encore une fois le long développement de nos côtes occidentales. Savez-vous que c'est un turbulent voisin que cet océan ; qu'il se rue sans relâche en terribles assauts contre les obstacles qu'il rencontre ; qu'il est lourd dans sa mobile massivité, et qu'il frappe fort ce qu'il touche, comme dit notre Michelet. Messieurs, la moitié de nos côtes est dépourvue de la solidité ou de la fixité suffisantes pour résister à cette cause de ruine. Il faut les protéger. La précaution est d'intérêt général. Jadis l'Océan gagnait chaque année sur nos Landes. Il poussait ses dunes de sable sur le plat pays compris entre la pointe de Grave et Bayonne, et pénétrait de plus en plus chez nous. Au commencement du siècle, l'ingénieur Bremontier trouva l'arbre qui pouvait croître sur ces bases mobiles. On l'y fit pousser et désormais un rivage de 250 kilomètres de longueur se trouve fixé et protège 800 000 hectares de terres cultivables.

Veuillez vous retourner maintenant vers nos frontières montagneuses. Il y a quelques instants, je vous dépeignais ces contrées à l'époque où la nature reposée avait permis à la terre de se couvrir d'épaisses forêts, et je vous y signalais la permanence des reliefs et la paisible régularité des cours d'eau. Il est bien vrai qu'à leur apparition, les premiers défricheurs du sol ont trouvé le pays tel que je vous l'ai décrit. Il n'en est malheureusement plus ainsi. Quand les grandes énergies de la nature se furent apaisées dans le parachèvement des continents, l'homme qui vivait épeuré dans les cavernes prit confiance à la terre ; il se hasarda au plein air et se répandit dans les grandes vallées, devenues tranquilles. Les torrents éteints lui livraient les vallées secondaires avec leurs déjections triturées, étalées en larges cônes et recouvertes de terres faciles à la culture. Il s'y établit et gagna les hauteurs. Mais partout où il apparut, il coupa la forêt pour se faire son habitation, pour semer son grain, pour ensoleiller sa vie, pour entretenir ses foyers. A mesure que la population s'est accrue les forêts ont diminué ; et, peu à peu, a disparu le végétal conservateur des reliefs et régulateur des eaux. Les torrents se sont alors refaits ; par eux sont redescendus à la plaine les matériaux des cimes, qui ont encombré les thalwegs, fait draguer les rivières, inondé les bassins et barré les embouchures des fleuves. Les efforts d'une civilisation déjà longue ont remarquablement approprié certaines parties de notre sol à nos besoins. Mais, autre part, ils l'ont singulièrement fatigué et quelquefois même compromis. C'est ce que je vous indique ici, ce qui se constate notamment dans le département des Hautes-Alpes, où la montagne dépouillée se ruine avec une promptitude effrayante. Suivant les calculs de M. Hervé Mangon, la Durance y enlève en cinquante ans, par ses torrents, un cube de terre arable équivalant à celle d'un département. M. Thomé de Gamond établit de son côté que nos fleuves charrient chaque année à la mer 120 milliards de mètres cubes de matériaux arrachés à nos montagnes. Ce sont des destructions formidables. Les ingénieurs et les forestiers s'efforcent de combattre ces maux par des procédés complexes et de longue haleine.

Vous le voyez, messieurs, il faut avoir l'œil ouvert sur nos côtes et sur nos montagnes. La nature y menace sans cesse le territoire. Les deniers communs doivent y entretenir de puissants ateliers de défense. Et je viens de vous faire connaître des travaux publics de première importance, ceux qui

tiennent la tête entre tous; je les nomme *conservateurs du territoire*.

Mais réfléchissez, messieurs, que ce territoire est occupé; que nous y sommes 37 millions d'habitants; que nous y constituons une des sociétés les mieux ordonnées, les mieux entretenues, les plus sûres du monde. Ah! cela ne s'est pas fait tout seul, ni du premier coup. Bien des générations de Celtes, de Gaulois, de Français, s'y sont épuisées; et l'on remonte fort loin dans le passé avant de reconnaître les germes du monde civilisé, que nous constituons et qui n'est dépassé nulle part. Il a fallu d'abord que le sol se couvrît d'hommes; puis qu'il se morcelât entre de petits peuples rivaux et jaloux; puis, que, du Sud, la plus grande nation conquérante vînt les assouplir dans une première ébauche d'unité; que, du Nord, une avalanche de nouvelles races vînt y mêler son sang nouveau. Il a fallu que des tyrannies et des luttes terribles imprimassent un pli unique à cette agglomération multicolore. Il a fallu user l'esclavage. Il a fallu que des guerres sanglantes et des résistances séculaires arrêtassent le flot des envieux du dehors. Il a fallu que sur les ruines du servage le droit illuminât les esprits; qu'il se fixât dans des textes; et qu'une grande monarchie consacrât l'unité nationale entre des frontières reconnues. Il a fallu enfin notre superbe Révolution de 89 pour dégager le citoyen du sujet, et pour nous faire tous égaux et libres. Et puis, et puis encore, il a fallu notre siècle de tâtonnements pour achever l'abri social, sous lequel un peuple d'une même langue, d'un même tour intellectuel, d'une même morale s'efforce à la même tâche de civilisation. Tout cela, messieurs, c'est plus que la France : c'est la Patrie.

Je suis monté haut, j'en conviens! Mais ne sentez-vous pas mieux le prix de notre trésor séculaire? Ne mesurez-vous pas déjà la grandeur de l'effort journalier, auquel sont engagés tous les citoyens? Ne voyez-vous pas qu'une société composée d'hommes libres et collectivement responsables de la chose publique n'a pas d'autres assises que le travail? Qu'elle ne s'ordonne, qu'elle ne s'entretient, qu'elle ne prospère que par le travail? Ne comprenez-vous pas qu'il est d'intérêt public que ce travail soit largement accessible à toutes les bonnes volontés; que les énergies s'y dépensent en actions immédiatement productives; qu'elles ne s'y usent pas en longues fatigues préparatoires ou latérales? Mais alors, il faut que le chantier commun soit prêt et bien paré. Qu'est-ce que ce chantier commun? sinon le territoire. Le territoire, messieurs, doit être aménagé pour sa plus facile et meilleure exploitation. C'est le second rôle des travaux publics. Distinguons-le sous le nom d'*utilisation du territoire*. Mais ne croyez pas qu'il le cède au premier en étendue.

La plus impérieuse exigence du travail national, c'est la possibilité des circulations à travers le territoire. Il n'y a pas de travail sans échanges, et il n'y a pas d'échanges sans transports. Si le territoire gardait partout ses obstacles naturels, l'homme y circulerait à peine. S'il n'était pas spécialement aménagé pour les transports, la production serait bornée à la consommation locale. Dans ces conditions, l'homme ne fournirait qu'un labeur restreint, des produits sans variété, une richesse étroite et stationnaire. C'est l'état des pays sans organisation politique. L'homme s'y déplace péniblement suivi de bêtes de somme portant les maigres fruits de ses labeurs. Toutes différentes doivent être les facilités offertes aux déplacements dans un état qui favorise le travail et développe ses productions. Il lui faut des voies de communication, qui, non seulement mettent tous les points du territoire en relation les uns avec les autres, mais qui par leur variété offrent à volonté l'économie, la régularité et la célérité dans les transports. Ce n'est pas trop, pour atteindre ce but complexe, des voies d'eau, des chemins de terre et des chemins de fer.

Les voies d'eau sont les rivières et les fleuves qui mettent en communication peu onéreuse les différents points des bassins qu'ils arrosent. Mais ils sont insuffisants à relier les vallées entre elles. Aussi les voies de transports économiques doivent-elles être complétées par des canaux ou chemins d'eau artificiels qui franchissent ou traversent les faîtes séparatifs du pays. Ces canaux, qui sont de véritables escaliers d'eau, nécessitent de grandes modifications dans le relief naturel et l'établissement de vastes réserves d'eau dans la montagne, pour alimenter la voie. Quant aux rivières et aux fleuves, que par euphémisme on appelle voies de navigation naturelle, ils ne sont vraiment utilisables qu'à la condition d'être coûteusement appropriés par des ouvrages difficiles et encore fort mal définis.

Les chemins de terre ou routes sont d'un service plus dispendieux, mais plus régulier que ne le sont les voies d'eau. Le service y est plus dispendieux, parce que les transports s'y effectuent par roulage sur des chaussées solides qui résistent plus ou moins à la progression des véhicules, tandis que les bateaux n'ont qu'à vaincre des frottements de liquide relativement faibles. Le service y est plus régulier, parce que les routes ne sont pas sujettes aux interruptions causées, soit par les crues et les sécheresses sur les rivières, soit par les chômages d'entretien sur les canaux. Les routes se développent en tous sens sur le territoire. Elles s'y adaptent partout. L'art qui les distribue en déroule les longs alignements ou les larges courbures dans les plaines; il en ramasse les étroits lacets aux flancs des montagnes; il abaisse les seuils des cols, il perce les crêtes pour les amener vers d'autres versants. Sur sa consigne, et quelles que soient l'étendue et la multiplicité des obstacles du sol naturel, la route s'étend et progresse sans jamais excéder dans son relief les pentes ou les rampes appropriées à la traction des véhicules. Il y établit un revêtement de surface sans cesse usé par le roulage, sans cesse renouvelé par l'énorme travail de l'entretien. C'est ainsi que le sol se trouve en plein couvert d'un réseau sur les mailles duquel nous circulons en toutes directions.

Les chemins de fer sont les voies de célérité. Leur mode d'installation procède de la même idée que celle qui dirige l'établissement des routes. Mais, comme c'est la vitesse de circulation des véhicules qu'il faut assurer, les profils y sont moins accentués, les rampes plus douces; les

tracés moins tourmentés, les alignements plus multipliés et plus longs, les courbes plus larges; les points de passage dans les faîtes moins élevés, les lacets de montagnes plus lâches. Tout cela implique une rectification bien plus perfectionnée du relief naturel. Leurs lignes longent ou traversent les voies de terre ou les voies d'eau. Elles relient les points extrêmes du territoire, rayonnent autour des grands centres de population, enceignent les contrées, et, de proche en proche, animent, en les pénétrant, les profondeurs les plus oubliées de nos provinces.

L'établissement de ces trois espèces de voies de communication comportent, messieurs, l'exécution des ouvrages les plus divers : des terrassements et des soutènements, des digues et des barrages, des réservoirs et des écluses, des aqueducs et des ponts, des viaducs et des tunnels. Chacun de ces ouvrages peut être pris comme tête de chapitre dans l'histoire des progrès modernes acquis à la science de l'ingénieur. Remarquez que ces progrès sont le fruit de l'expérience ; et que celle-ci a été proportionnée au développement de nos voies de communication, qui se sont sans cesse accrues, et qui s'accroissent toujours. Laissez-moi mettre sous vos yeux trois chiffres. Je les écris sur le tableau. Nous possédons actuellement en France une longueur totale de 530 millions de mètres de voies de communication. Elles occupent une surface de 530 000 hectares. Cela représente le centième de la surface territoriale de la France, qui est, comme je vous l'ai dit, de 53 millions d'hectares. Ainsi, pour chaque 100 mètres carrés de sol, il y a 1 mètre carré occupé en voies de communication. Ne mesurez-vous pas maintenant l'importance de l'objet que je viens de vous faire connaître?

Mais il ne suffit pas d'avoir des circulations assurées dans le pays. Il faut encore qu'on y soit en sécurité. Il faut que certains plateaux qui gardent leurs eaux de pluie sur leurs fonds imperméables et qui par là engendrent en permanence des fièvres mortelles soient pourvus d'écoulements; que ces contrées voient disparaître leurs eaux stagnantes et que la population s'y refasse et s'y développe. — D'autres contrées, d'anciennes bouches de fleuves, où pendant des siècles innombrables les eaux ont divagué sur des centaines de kilomètres, abandonnés depuis, ne sont pas moins insalubres. Les dépôts du fleuve y ont étalé de vastes terrains plats alternativement hantés par les eaux marines et par les eaux douces. Il faut les surélever pour y faire paraître la santé. — Il faut que, dans les vallées, le fléau des inondations ne vienne pas bouleverser les champs et ruiner les villes. Ici, messieurs, je ne puis vous présenter comme des bienfaits acquis tous ces aménagements nécessaires. Certains d'entre eux ont été réalisés avec succès. Tels sont les drainages des Dombes, des plateaux du Forez, des landes de Gascogne. Mais rien n'a été fait en Camargue; et ce qu'on a tenté pour régler le régime des fleuves est resté sans profit. Ce sont là des problèmes à la solution desquels il faut que notre temps se consacre.

Cela ne suffira pas encore. Tout indulgente qu'elle ait été pour notre France en lui donnant sa belle proportion de montagnes et de plaines, la nature n'y a pas disposé les choses de façon que l'eau y fût distribuée partout à la mesure des besoins du sol cultivable. L'intervention de la main de l'homme est ici nécessaire. Mais l'intérêt est si général et les opérations à effectuer sont si grosses, qu'il faut considérer ces vastes entreprises comme rentrant dans le domaine des travaux publics. Elles consisteront à éparpiller les cours d'eau près de leurs sources; à les éloigner du tracé de plus grande pente qu'elles suivent naturellement; à les faire courir le plus longtemps et le plus haut possible le long des contreforts, dont elles arroseront les champs avant de rentrer à la vallée. Comme les reboisements des montagnes, ces travaux seront favorables à la régularité du cours des rivières dont elles règleront l'alimentation et faciliteront la navigation, à la suppression des crues dont elles limiteront les débits. C'est encore à l'avenir qu'il faut confier ce soin. Mais notre société travailleuse et riche veut qu'on se hâte.

Dans ce domaine des travaux publics dont j'ai entrepris de vous montrer ce soir les grandes lignes, je rencontre encore l'alimentation d'eau nécessaire aux villes. Toutes les agglomérations municipales salissent les eaux des sites qu'elles occupent. Les soins de la santé publique commandent aujourd'hui aux cités d'aller puiser l'eau potable au dehors, à des sources bien choisies. De là, la nécessité de conduire ces eaux dans des aqueducs. Nous voyons tous les jours ces canalisations se faire et s'amplifier de l'apport des eaux nécessaires au nettoyage des villes. Ce sont des opérations d'intérêt public de premier ordre.

J'ai déjà eu l'occasion de vous parler de nos côtes. Mais je ne vous ai entretenu que de leur conservation. Il faut nous occuper de leur utilisation. Il y a là un énorme champ de travaux publics. Un pays qui a 2300 kilomètres de côtes a pour condition d'existence de commercer à travers les mers, de relier les continents, d'échanger avec eux ses produits, de jeter au monde entier ses idées, sa morale, la part de civilisation qu'il détient. Il lui faut des ports, c'est-à-dire des lieux de sortie et d'accès maritimes, des abris de flotte, des ateliers de marine, des entrepôts. Il lui faut même des installations militaires préparées pour la défense locale ou pour l'attaque au large. Cette question des ports est immense et profonde. Je puis à peine aujourd'hui en indiquer la silhouette générale.

Vous vous rappelez que la moitié de nos côtes est rocheuse, résistante, anfractueuse, festonnée de petites baies abritées et profondes. Ce sont ces rivages que forment nos terrains primitifs : les côtes de Bretagne depuis la pointe de Barfleur jusqu'aux Sables-d'Olonne; les côtes méditerranéennes, depuis Toulon jusqu'au golfe Juan. On y trouve des ports naturels sûrs. On n'a, en quelque sorte, qu'à les meubler et à jalonner avec soin les récifs qui les bordent. Mais ils sont loin de la capitale et des centres commerçants du pays, et ils sont dépourvus de fleuves communiquant avec les grandes vallées. Tout au plus conviennent-ils à des installations mili-

taires. C'est aux côtes tendres et dépourvues de protections naturelles qu'il faut avoir recours pour établir les vrais ports d'échanges. Là, on trouve les embouchures de fleuves qui présentent les avantages incomparables des faciles communications intérieures. Mais là aussi sont accumulés tous les obstacles. Il y faut combattre la mer et la terre. Du côté de la mer, le flot et le vent que rien n'arrête. Du côté de la terre, le rivage qui se ruine et encombre le fond navigable, et les apports vaseux du fleuve qui complètent cet encombrement. Malgré cela, c'est là que les principaux ports de commerce se sont installés : embouchures de la Seine, de la Loire, de la Gironde. Le voisinage de l'Angleterre a fait les ports secondaires de la Manche, Dunkerque, Boulogne, etc., etc. Les instables bouches du Rhône ont de toute antiquité relégué Marseille à quelque distance du fleuve. J'ai dit qu'aux grandes embouchures toutes les difficultés d'établissement étaient accumulées, coûteuses *jetées* à la mer pour assurer l'entrée des navires, laborieux creusements de bassins pour les abriter, dragages incessants des fonds pour maintenir le tirant d'eau nécessaire. Ce sont des travaux de construction et d'entretien formidable. C'est la lutte incessante contre la ruine. L'art, messieurs, vient pourtant à bout de tout cela. Mais à quel prix! Les travaux des ports exigent de très grands sacrifices d'argent. Heureusement qu'ils créent les instruments de trafic les plus productifs qu'on connaisse. Nous avons, messieurs, 218 ports, grands et petits, sur les côtes de France. Mais vous ne connaîtriez pas l'outillage complet de ces côtes, si je n'ajoutais qu'elles sont toutes magnifiquement éclairées la nuit par 330 feux, dont les portées lumineuses se touchent latéralement et qui se décèlent en certains points jusqu'à 50 kilomètres en mer; — si je n'ajoutais encore que 2981 signaux : *balises, amers* ou *bouées* sont répartis sur tous les points dangereux de la côte et sur les récifs ou bas-fonds qui doivent être reconnus des navigateurs.

Je n'ai pas pu, messieurs, vous parler de notre belle Algérie avec ses 60 millions d'hectares, ses belles montagnes kabyles, son superbe désert et ses mille kilomètres de côtes méditerranéennes. Mais je vous ai dépeint l'ensemble des travaux publics dans notre métropole. Je me suis efforcé de faire naître chez vous l'impression de l'une de nos plus grandes choses nationales. Je ne vous ai pas caché que cette chose restait incomplète. Mais ne doutons pas que dans notre pays libre tout ce qui est inachevé ou fait aujourd'hui défaut ne soit prochainement développé ou entrepris à la mesure de l'activité et des ressources nationales. Croyons que de grandes améliorations se préparent dans notre navigation intérieure restée si précaire, dans nos ports si maigrement outillés, dans nos vallées si menacées par les crues, dans le régime des eaux si mal établi pour le sol cultivable.

ÉMILE TRÉLAT.

ZOOLOGIE

Les dragages du « Travailleur » en 1881.

On croyait, il y a quelques années encore, que les profondeurs de la mer étaient inhabitées et que les conditions physiques qui s'y rencontrent étaient absolument incompatibles avec la vie, lorsqu'en 1861 un naturaliste français, M. A. Milne Edwards, montra qu'au fond de la mer, à plus de 2000 à 3000 mètres sous une pression de plus de 200 atmosphères, vivaient des êtres relativement élevés en organisation, dont plusieurs étaient inconnus, dont d'autres ne différaient en rien d'espèces fossiles.

Cette découverte qui intéressa au plus haut point le monde savant montra bien toute l'importance des explorations sous-marines; mais, bien que le premier élan soit parti de France, ces recherches ne furent point encouragées dans notre pays. Au contraire, les gouvernements anglais, scandinave, américain organisèrent d'importantes expéditions. Les navires anglais, le *Lightning*, le *Porcupine*, le *Valerous*, le *Challenger*, avaient dragué dans les mers d'Europe ou entrepris des voyages de circumnavigation. Les navires américains, le *Hassler* et le *Blacke*, avaient le premier contourné l'Amérique, le second exploré la mer des Antilles.

En 1880, M. le ministre de la marine, d'accord avec son collègue de l'instruction publique, résolut d'organiser aussi en France une expédition chargée d'explorer les grands fonds sous-marins. Comme lieu de recherches, le golfe de Gascogne était naturellement indiqué; ce point n'avait pas été fouillé par les croisières anglaises; de plus, un naturaliste français, M. de Follin, bien que n'ayant à sa disposition que des moyens d'action fort restreints, avait montré combien cette région fournirait une ample récolte aux naturalistes qui pourraient y draguer avec un outillage convenable.

M. le ministre de l'instruction publique forma à cet effet une commission; M. H. Milne-Edwards comme président devait organiser la mission, MM. Alphonse Milne-Edwards, de Follin, Vaillant, Marion, Fischer et Perrier (de Bordeaux) devaient prendre la mer. M. le ministre de la marine affecta à cette campagne l'aviso le *Travailleur*, commandé par M. Richard, lieutenant de vaisseau.

Durant tout le mois de juillet 1880 de nombreux dragages furent exécutés dans le golfe de Gascogne. Les résultats de cette première campagne furent si heureux que M. le ministre de la marine résolut d'en organiser une seconde en 1881; cette fois l'expédition avait pour but l'étude des grands fonds de la Méditerranée. Cette mer n'avait été en effet jusqu'à présent que peu explorée, et les résultats contradictoires obtenus par les naturalistes qui l'avaient successivement parcourue nécessitait que des recherches nouvelles fussent entreprises.

Les naturalistes qui devaient s'embarquer étaient :

MM. A. Milne-Edwards de l'Institut, vice-président.
de Follin, directeur du journal *les Fonds de la mer.*

L. Vaillant, professeur au muséum.
Ed. Perrier, professeur au muséum.
Marion, professeur à la Faculté des sciences de Marseille.
Fischer, aide-naturaliste au muséum.

M. le Dr Viallanes avait été adjoint à la commission à titre d'auxiliaire.

Le *Travailleur* fut de nouveau affecté à cette seconde campagne. M. Richard, lieutenant de vaisseau, en conservait le commandement. L'état-major comprenait MM. Jacquet et Villejente, lieutenants de vaisseau; M. Bourget, enseigne, et M. le Dr Rangé, médecin de première classe. Le commandant et les officiers n'étaient pas seulement les collaborateurs les plus dévoués aux intérêts scientifiques, mais encore les hôtes les plus affables, et le souvenir de la si cordiale hospitalité que les membres de la commission ont trouvée à bord du *Travailleur* ne sera pas le moins durable de ceux qu'ils conserveront de cette campagne.

Le *Travailleur* est un aviso à roues, pourvu d'une machine de 150 chevaux et jaugeant environ 1000 tonneaux ; son équipage se composait de 120 hommes. Quant à l'outillage scientifique, il était dans ses traits généraux le même que celui employé l'année précédente ; toutefois l'expérience acquise avait permis aux officiers de l'améliorer sur quelques points.

Sur le pont était établie une chaudière locomobile de 16 chevaux, actionnant un treuil à vapeur destiné à remonter nos engins.

De l'arrière du navire s'élevaient deux longues pièces de bois jointes à leur extrémité supérieure et qui servaient de point d'attache aux poulies destinées à amener la drague sur le pont.

Avant de songer à mettre une drague à la mer, il est de première nécessité de connaître exactement la nature et la profondeur du fond. Cette recherche qui paraît bien simple en soi n'offre pas moins de sérieuses difficultés quand il s'agit de grandes profondeurs. Il faut en effet être prévenu du moment où l'on atteint le sol, il faut en outre que l'engin qu'on laisse descendre ne soit pas entraîné par les courants sous-marins, car alors les résultats fournis seraient nécessairement erronés. On arrive à surmonter ces causes d'erreur en employant un appareil imaginé par M. Wywille Thompson et qui avait été installé à bord du *Travailleur*. L'appareil de sondage se compose d'un cylindre de fonte, le *sondeur*, qu'on laisse descendre au fond, non point avec une corde de chanvre, mais avec un fil d'acier très fin et très résistant, connu dans le commerce sous le nom de *corde à piano* de trois millimètres de diamètre. L'emploi de ce fil présente les plus grands avantages ; grâce à sa densité et à son faible diamètre, les courants n'ont pas prise sur lui et il descend verticalement, de plus on peut le dérouler avec une grande rapidité, 175 mètres par minute. Le fil long de plusieurs kilomètres est enroulé sur un tambour, muni d'un frein et d'un compteur enregistrant ses tours. A l'extrémité du fil s'attache le sondeur ; ce dernier se compose d'un long cylindre creux en fonte, complètement fermé à son extrémité supérieure, présentant à son extrémité inférieure une soupape à double volet dont la concavité tournée en bas est remplie de suif.

Lorsque le sondeur atteint le fond, s'il rencontre un sol vaseux il s'y enfonce, ses soupapes sont ouvertes et il se remplit de vase qui ne peut plus s'échapper; tombe-t-il au contraire sur un fond de roche, les soupapes ne servent plus à rien, mais le suif qui remplit leur concavité prend l'empreinte du sol et rapporte toujours quelques fragments de coquilles ou quelques grains de sable.

C'est à l'aide d'un procédé très simple qu'on est averti du moment où le sondeur a touché le fond ; il est en effet surchargé d'un poids additionnel qui grâce à un système de déclenchement se détache dès que l'extrémité inférieure du sondeur rencontre une résistance, le soulagement du fil est si manifeste qu'on le perçoit depuis le navire avec une entière certitude. On arrête alors le déroulement du fil, et pour connaître exactement la profondeur atteinte, il suffit de multiplier le nombre de tours exécutés pendant le déroulement par la longueur moyenne d'un tour de fil.

La corde à piano employée comme engin de sondage n'a qu'un inconvénient, c'est de se rompre dès qu'une boucle vient à s'y former, aussi l'appareil demande-t-il à être manié avec beaucoup de soin; mais les officiers avaient acquis une telle expérience de ces opérations que durant toute la campagne de 1881 nous n'avons perdu que quelques mètres de fil de sonde.

Le *Travailleur* était muni de quatre grandes dragues ne différant que peu de celles habituellement employées dans les explorations sous-marines; elles se composaient chacune d'un cadre en fer solide, auquel venait s'attacher l'ouverture d'un double sac en filet protégé lui-même extérieurement par une forte toile à voile. Si la drague peut rendre de grands services, en revanche elle présente des inconvénients nombreux. A peine a-t-elle touché le fond qu'elle s'enfonce dans la vase comme le soc d'une charrue et se remplit immédiatement, aussi les animaux mous qu'elle renferme, écrasés par un tel poids, sont-ils bien souvent ramenés en très mauvais état.

Pour remédier aux inconvénients, M. Richard avait fait construire deux grands filets analogues à ceux connus par les pêcheurs sous le nom de chaluts ; ils étaient maintenus béants par un cadre en fer, et leur orifice présentait de chaque côté un large sabot en bois permettant à l'engin de glisser sur la vase sans s'y enfoncer. On peut ainsi traîner le chalut un certain temps sur le fond, et les animaux qu'il rapporte sont toujours nombreux et parfaitement conservés. Malheureusement cet appareil ne peut toujours être employé, la moindre roche, le plus léger obstacle déchirent son filet ou brisent son cadre.

Enfin, on a retiré le plus grand profit de l'emploi, comme engin de pêche, de ces paquets d'étoupe connus dans la marine sous le nom de fauberts; on les attachait à la ligne de drague ou à l'arrière de celle-ci, et presque toujours ils rapportaient une ample récolte de crustacés, d'échinodermes, des polypiers, qu'ils avaient enlacés dans leurs fils.

Quand une houle trop forte ou un fond trop rocheux inter-

disait l'emploi de la drague, on attachait un certain nombre de fauberts vers l'extrémité d'une corde chargée d'un certain nombre de lingots de fonte, et on la laissait traîner sur le fond. Là où la drague n'aurait pu passer, les fauberts passaient toujours, et ce n'est pas cet engin si simple qui nous a fourni les moins belles récoltes.

Pour parer aux accidents qui ne pouvaient manquer de se produire, nous étions munis de 15000 mètres de lignes de 7 centimètres de circonférence et de 10000 mètres de ligne plus faible.

Le but de la mission n'était pas seulement de rapporter les animaux des grandes profondeurs, mais encore d'étudier les conditions physiques dans lesquelles ces êtres vivent. A cet effet, le *Travailleur* était muni de thermomètres Miller-Casella, protégés par une enveloppe métallique et suffisamment solides pour n'avoir rien à craindre des pressions énormes qu'il leur faudrait supporter. De plus, le navire était pourvu d'appareils fort ingénieux connus sous le nom de *bouteilles à eau*, imaginés par M. le commandant Richard et qui permettaient de puiser de l'eau à une profondeur déterminée. Chacune de ces bouteilles se compose d'un cylindre de fonte creux, terminé par deux extrémités coniques en cuivre, percées chacune d'un orifice par lequel la cavité du cylindre peut communiquer directement avec l'extérieur. Chacun de ces orifices est muni d'une double fermeture, un robinet et une soupape; quand le premier se ferme, la soupape se ferme en même temps. La clef du robinet est une longue tige de fer, perpendiculaire à l'axe de la bouteille quand la communication avec l'extérieur est libre, parallèle avec lui quand, au contraire, elle est interrompue.

Pour puiser de l'eau à une profondeur déterminée, on amarre verticalement, sur une ligne, la bouteille à eau dont les deux robinets sont ouverts, on la descend ainsi à la profondeur voulue; puis on laisse glisser le long de la corde une couronne en fonte qui, en franchissant la bouteille, ferme les robinets. L'occlusion est si parfaite que, quand on ouvre la bouteille ramenée sur le pont, la grande quantité de gaz dissoute étant mise en liberté, l'eau s'échappe avec violence, comme elle le ferait d'une bouteille d'eau de seltz.

Ainsi armé pour une exploration scientifique, le *Travailleur* quitta Rochefort le 3 juillet 1881, ayant à son bord un des membres de la commission, M. Vaillant. De son point de départ à Marseille, le *Travailleur* fit un certain nombre de dragages sur les résultats desquels je reviendrai tout à l'heure. Le 9 juillet, il était à Marseille et les autres membres de la commission s'installaient à bord.

Ce n'est pas chose aisée que de loger sept passagers sur un aussi petit bateau de guerre; mais grâce à la peine que prirent les officiers, chacun parvint à se caser; les uns dans les étroites cabines ménagées dans les tambours des roues, les autres eurent pour retraite une sorte de hamac que chaque soir on pendait au plafond du carré. Ces derniers, malgré l'aspect peu confortable de leur installation, n'étaient pas les plus mal partagés; ils pouvaient respirer un air frais qui manquait singulièrement aux habitants des cabines.

A peine avions-nous dépassé les îlots qu'on aperçoit au large de Marseille, que les explorations sous-marines commencèrent. Ce n'est jamais sans une vive impatience qu'on attend le retour de la drague qui s'en est allée arracher leurs secrets à ces abîmes à jamais impénétrables, ce sentiment est si naturel qu'il était partagé même par les matelots de l'équipage.

Quand la drague revient à bord, la besogne des naturalistes commence, il faut chercher les animaux dans la vase dont elle est pleine. On n'y réussirait pas si on n'avait soin de laver et de tamiser cette masse gluante et homogène. Dès que la drague est arrivée sur le pont, on découd le fond du filet qui la forme et on fait tomber ainsi la vase dans de grands baquets; de là, on la transporte sur un crible composé de tamis superposés dont les plus inférieurs ont les mailles les plus fines. La vase étant déposée sur le tamis supérieur, on la lave avec un courant d'eau modéré, fourni par la pompe à incendie, les particules les plus fines sont entraînées, les animaux qu'a rapportés la drague se trouvent bien lavés et classés par ordre de taille sur les divers tamis, ce qui facilite singulièrement leur recherche.

La récolte des animaux que rapportent les fauberts présente plus de difficulté; les polypiers, les échinodermes, les crustacés que ces engins ramènent sont si solidement enlacés dans les fils de l'étoupe qu'il faut une véritable dissection pour les dégager sans les briser, on n'y arrive qu'en s'aidant des ciseaux et de la pince. Cette opération n'est point toujours facile quand la houle est un peu forte et que les animaux sont délicats, ou que, draguant la nuit, on n'a pour s'éclairer que la lumière d'un fanal; mais on est bien payé de sa peine par la beauté des échantillons qu'on se procure ainsi.

Les animaux que nous pêchions étaient étudiés frais, avec autant de soin que le permettaient les circonstances, puis plongés dans les liquides conservateurs. M. Milne-Edwards s'occupait des crustacés; M. Vaillant, des poissons et des éponges; M. de Follin, des rhizopodes; M. Perrier, des échinodermes; M. Marion, des cœlentérés et des vers; M. Fischer, des mollusques et des vers. Des échantillons d'eau et de vase étaient traités par l'acide osmique, afin de conserver les organismes inférieurs qui pouvaient y vivre; de plus, à chaque sondage, un spécimen du fond était soigneusement mis de côté, pour être plus tard soumis à l'analyse chimique.

A peine avions-nous quitté le golfe de Marseille que déjà nous rencontrions les animaux les plus intéressants; les uns parce qu'ils étaient nouveaux pour la science, les autres parce qu'ils n'avaient jamais été observés que dans l'Atlantique. Un peu plus loin, au voisinage du cap Cissié, le *Travailleur* rencontra, par 90 mètres, des fonds extrêmement riches en bryozoaires et en coralliaires, les fauberts étaient tellement chargés de ces animaux qu'ils avaient enlacés dans leurs fils, qu'on n'a jamais pu les en débarrasser complètement et qu'il a fallu les mettre hors d'usage.

Le 11 juillet, le *Travailleur* vint mouiller dans la baie de Villefranche, puis se dirigea vers Ajaccio, où il arriva le 13 juillet; le 15, nous repartions vers le sud, regrettant de ne connaître cette Corse si pittoresque que par la charmante

rade où nous avions passé un jour. Le 16, nous avions atteint les bouches de Bonifacio.

Sur les côtes de la Corse, au voisinage des îles Sanguinaires particulièrement, nous avions souvent rencontré des pêcheurs de corail, mais jamais nous ne fûmes assez heureux pour pêcher nous-mêmes ce beau polypier; c'est qu'en effet le corail ne vit pas sur les fonds plats, il croît au-dessous des entablements des rochers qui surplombent, et il faut des engins tout spéciaux pour aller l'y chercher.

Des bouches de Bonifacio, le *Travailleur* revint à Marseille, après s'être de nouveau arrêté quelques heures à Ajaccio.

Le 20 juillet, le *Travailleur* quitta Marseille et se dirigea sur Oran, en passant à l'ouest des Baléares. Le 24 au soir, il mouillait dans le port d'Oran; quand la nuit fut venue, un spectacle vraiment féerique s'offrit à nos yeux; les eaux mêmes du port étaient admirablement phosphorescentes; des Arabes qui nageaient autour du navire soulevaient de vraies gerbes d'étincelles, et leur corps tout entier semblait de feu. Un échantillon de cette eau si lumineuse fut puisé et examiné au microscope, la phosphorescence n'était pas due à des noctiluques, comme cela a lieu généralement, mais à la présence d'une quantité considérable de petites algues flottantes pluricellulaires.

Le lendemain matin, le *Travailleur* quittait Oran et se dirigeait vers Gibraltar pour quitter la Méditerranée.

Durant les vingt jours qu'avait duré cette première partie de la campagne, les dragages n'avaient pas cessé un instant, aussi les résultats qu'elle a fournis sont-ils nombreux et importants; je m'efforcerai de résumer rapidement ceux qui offrent le plus d'intérêt.

Dans la Méditerranée, le fond qui atteint souvent 2600 mètres se présente toujours avec le même faciès : c'est une vase grise et homogène, gluante, ne renfermant pas un caillou. En certains endroits elle est comme pétrie d'une quantité énorme de ces délicates coquilles qu'habitent les hyales, les carinaires et les autres mollusques de surface, sans qu'on sache à quelle cause attribuer ces accumulations toutes locales. Mais ce qui frappe le plus le naturaliste qui drague dans la Méditerranée, c'est la rareté des êtres qui peuplent ses grands fonds, quand on la compare aux richesses étonnantes de la faune côtière.

Si les animaux que le *Travailleur* a rapportés des abîmes de la Méditerranée ne sont point abondants en nombre, en revanche ils offrent tous le plus haut intérêt, les uns parce qu'ils sont nouveaux pour la science, les autres parce que, n'ayant jamais été observés que dans l'Atlantique, la constatation de leur présence dans la Méditerranée vient jeter une vive lumière sur l'origine des êtres qui peuplent cette mer. C'est le cas de cette étoile de mer aux formes étranges et magnifiques, le *Brisinga,* qu'on croyait jusqu'à présent confiné dans les eaux froides de l'Atlantique. C'est encore le cas d'un grand nombre de mollusques, de crustacés, de bryozoaires.

Mais dans la Méditerranée, les conditions physiques qu'offrent les eaux profondes paraissent moins favorables que celles qui se rencontrent dans l'Océan. Dans cette mer encaissée au sein des continents, rien de comparable à ces grands courants qui, comme le *gulf-stream,* agitent et renouvellent sans cesse les eaux de l'Atlantique. Le calme le plus parfait règne toujours dans les abîmes de la Méditerranée, le limon s'y dépose en paix, sans qu'aucun courant vienne y faire sentir son action, et l'indice le plus certain de cette tranquillité, c'est la constance absolue de la température dès qu'on a dépassé 200 mètres. Depuis cette limite, en effet, jusqu'au point le plus profond qu'on ait atteint, le thermomètre a toujours marqué 13° centigrades.

« Il résulte de nos recherches, dit M. A. Milne-Edwards en terminant son rapport à l'Académie des sciences sur les dragages du *Travailleur,* que la Méditerranée ne doit pas être considérée comme une province zoologique distincte; à mesure que l'on étudie davantage les espèces qu'elle renferme, on reconnaît que les espèces que l'on croyait exactement limitées à cette mer intérieure se retrouvent ailleurs.

« Les observations faites à bord du *Travailleur* donnent une nouvelle force à cette opinion. Nous croyons que la Méditerranée s'est peuplée par l'occupation d'animaux venus de l'Océan. Ceux-ci, en trouvant dans ce bassin récemment ouvert un milieu favorable à leur existence, s'y sont établis d'une manière définitive; souvent ils s'y sont reproduits et développés plus activement que dans leur première patrie, et surtout près des rivages, la faune se montre d'une richesse que les autres côtes européennes offrent rarement. Quelques animaux, placés dans des conditions biologiques nouvelles, se sont légèrement modifiés dans leur taille ou dans leurs autres caractères extérieurs, ce qui explique les différences très légères qui s'observent entre certaines formes océaniques et la forme correspondante méditerranéenne. Si on a cru à la séparation primordiale des deux faunes, c'est principalement parce qu'on comparait les productions de la Méditerranée avec celles de la mer du Nord, de la Manche ou de la Bretagne, tandis qu'on aurait dû chercher comme terme de comparaison celles du Portugal, de l'Espagne méridionale, du Maroc et du Sénégal. Ce sont les animaux de ces régions qui ont émigré les premiers vers la Méditerranée, et à mesure que nous connaissons mieux ces faunes, nous voyons peu à peu disparaître ces différences que les zoologistes avaient remarquées entre elles. »

En quittant Oran, le *Travailleur* se dirigea vers Tanger; après avoir franchi le détroit de Gibraltar, à mesure que nous avancions vers l'Océan, le fond changeait de nature. Ce n'était plus cette vase uniforme que nous avions jusque-là rencontrée, mais souvent nous trouvions du sable et des roches.

Le 28 juillet, nous apercevions les blanches mosquées de Tanger, et quelques instants après nous mouillions en face de cette ville. Tanger conserve tout le pittoresque des villes arabes que l'élément européen n'a point encore envahies, aussi durant les trois jours que le *Travailleur* y séjourna, nous ne nous lassâmes pas de parcourir ses rues étroites et tortueuses, ses marchés, sa *casbah,* non plus que les chemins bordés d'arundo et d'opuntia gigantesques qui entourent la ville.

Après avoir quitté le Maroc, le *Travailleur* se dirigea vers le nord en longeant la côte ouest de l'Espagne.

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, dès qu'on a franchi le détroit, le fond cesse de présenter ce facies si monotone qu'on observe toujours dans la Méditerranée. Le sondeur rapportait souvent du sable ou même des cailloux nets lavés comme ceux qu'on rencontre au fond d'une rivière ; souvent encore nous rencontrions des roches qui détérioraient nos dragues et nos chaluts. Les grands fonds de l'Océan n'avaient plus cette température parfaitement uniforme qu'on observait dans la Méditerranée, d'un point à un autre elle présente de grandes variations. Ces faits indiquent nettement que les abîmes de l'Atlantique sont parcourus par des courants qui en renouvellent sans cesse les eaux. Malgré ces différences physiques, on rencontre sur les côtes d'Espagne et de Portugal des espèces qu'on croyait propres à la Méditerranée, et qui, par leur présence en ces points, indiquent bien la communauté d'origine des êtres qui peuplent la Méditerranée et de ceux qui peuplent l'Océan.

Le 2 août, le *Travailleur* vint mouiller dans le Tage en face de Lisbonne; il dut séjourner là quelques jours pour faire du charbon et des vivres, aussi pûmes-nous visiter cette ville charmante et admirer à loisir la célèbre abbaye de Bellem, bâtie non loin de ses portes. Les membres de la commission scientifique purent rendre visite au savant directeur du musée de Lisbonne, M. Barboza du Bocage, qui les engagea vivement à visiter les pêcheries de Cétubal, et qui leur facilita les moyens de mettre ce projet à exécution.

A Cétubal, petit port situé au sud de Lisbonne, est établie une colonie de pêcheurs. Ils s'en vont loin des côtes, descendent à plus de 1000 mètres de profondeur des lignes armées de hameçons et rapportent de leurs excursions des squales d'espèces très spéciales, dont on sale la chair, dont la peau sert à polir le bois et dont la graisse est employée comme huile à brûler.

Les membres de la commission scientifique, désireux de se rendre compte par eux-mêmes des conditions dans lesquelles vivent les poissons et des moyens qu'on emploie pour les capturer, engagèrent un des patrons pêcheurs de Cétubal à les faire assister à sa pêche. Le 6 août, il vint rejoindre le *Travailleur* avec sa barque montée par dix hommes. Le lendemain nous étions arrivés sur le lieu de pêche. Quelques membres de la commission purent prendre place dans l'embarcation qui s'éloigne pour tendre ses engins.

Les pêcheurs portugais descendent au fond de la mer, à plus de 1865 mètres, une longue ligne nommée *palangre*, vers l'extrémité de laquelle, sur une longueur de 200 mètres environ, sont attachés 300 à 400 hameçons, amorcés avec des sardines. Quand l'engin est resté à fond un certain temps, ils le relèvent. La pêche paraît fructueuse, car d'un seul coup les pêcheurs ont capturé devant nous vingt et un squales pesant chacun une douzaine de kilog., et de plus un certain nombre d'autres poissons appartenant au genre *Mora*. Les squales étaient extrêmement remarquables par l'éclat de leurs yeux qui en plein jour brillaient plus que ceux des chats durant une nuit obscure ; aussi quand la palangre revenait chargée de poissons, voyait-on luire les yeux des squales, avant même d'avoir reconnu la forme de leur corps.

Les squales et les mora arrivent morts à la surface par suite de la brusque décompression qu'ils ont subie et qui a déterminé l'expansion des gaz qu'ils renfermaient. Les mora surtout présentaient des désordres profonds, leur vessie natatoire pleine d'air s'est énormément distendue et a refoulé l'estomac qui fait hernie par la bouche, les gaz du sang mis en liberté pressent l'œil qui sort de l'orbite en faisant éclater la cornée ; les écailles tombent; il semble, en un mot, que tous les tissus de l'animal se soient dilacérés sous l'influence des gaz épanchés entre leurs éléments.

Cette curieuse pêche montre bien que les poissons trouvent d'excellentes conditions de vie dans les grands fonds sous la pression énorme d'une colonne d'eau de plus de 1000 mètres, et doit faire penser que si l'on ne retire pas de vertébrés des abîmes de la mer si peuplés en animaux inférieurs, c'est peut-être qu'on n'emploie pas des engins capables de les capturer.

Le 12 août, le *Travailleur* ayant épuisé sa provision de charbon dut relâcher au Ferrol, port militaire situé à la pointe nord-ouest de l'Espagne. On croirait entrer dans un fiord quand on arrive dans cette belle rade ; elle présente de nombreux bras sinueux qui s'enfoncent au loin dans les terres ; de hautes collines l'entourent de toutes parts ; elle ne communique avec la pleine mer que par un étroit goulet. Au fond de la rade se voit la ville, protégée par d'imposantes fortifications, œuvre de Charles-Quint, mais qui ne sont plus que les restes d'une splendeur passée.

Nous trouvâmes le Ferrol tout en fête, le roi d'Espagne étant venu visiter la flotte qui s'y trouvait alors. Cette circonstance retarda notre embarquement de charbon et nous ne pûmes quitter notre mouillage que le 14 août pour nous diriger vers le golfe de Gascogne.

Le fond de la mer se montre surtout accidenté vers l'entrée de ce golfe ; ainsi, le 14 août, le sondeur venait d'indiquer 560 mètres, quelques milles plus loin on trouve 4557 mètres, quelques instants après à 13 milles de là, le fond s'était relevé à 400 mètres. La carte des plus hautes chaînes de montagnes pourrait seule donner idée d'une telle configuration.

Plus nous nous élevions vers le nord, plus les animaux qui peuplent les grands fonds se montraient abondants. Une fois entré dans le golfe de Gascogne et arrivé au niveau de la Estaca, le *Travailleur* fit des pêches vraiment miraculeuses. Durant trois jours et pour ainsi dire sans changer de place, les dragages ne cessèrent pas un instant. Chaque fois que les engins revenaient sur le pont, ils pliaient littéralement sous le poids des richesses dont ils étaient chargés. Il semblait vraiment que les habitants les plus rares et les plus élégants des abîmes de la mer se fussent donné rendez-vous en ce point. Les Isis, ces polypiers articulés, étaient représentés par des échantillons d'une taille gigantesque ; sur leurs rameaux croissaient en parasites d'autres coralliaires, les Desmophyllia, qui par la délicatesse de leur forme et l'harmonie de leur couleur surpassent les fleurs les plus élégantes. Les Zoroaster, ces étoiles de mer jusqu'alors à peine entrevues, couvraient littéralement nos fauberts qui ramenaient

aussi en abondance cet oursin de couleur pourpre à test mou, découvert l'année dernière par le *Travailleur*.

Mais notre admiration fut au comble quand le chalut revint, renfermant dans son filet un magnifique échantillon de cette belle étoile de mer, la Brisinga. Nous pûmes pour la première fois contempler dans toute sa splendeur cette escarboucle de la déesse Freya, comme l'appellent les naturalistes scandinaves. Car la Brisinga a des formes si délicates que ce n'est que par fragments qu'on avait pu jusqu'ici la ramener à la surface.

Malheureusement, la houle devenait grosse, le vent fraîchissait; il fallut quitter ces parages dont l'étonnante richesse prouve bien que les abîmes les plus profonds de la mer peuvent offrir des conditions physiques propres à entretenir la vie la plus luxuriante.

Mais faut-il admettre que ces eaux où vivent tant de polypiers, de crustacés, d'échinodermes ne sont habitées par aucun poisson? Il est bien plus naturel de penser que les engins généralement employés dans les explorations sous-marines sont impuissants à capturer ces vertébrés toujours agiles. Et ce qui doit faire penser qu'il en est bien ainsi, c'est la curieuse pêche à laquelle nous avions assisté à Cétubal quelques jours auparavant.

En quittant les parages si riches de la Estaca, le *Travailleur* rencontra le 17 août, à la hauteur de Tiwa-Major, la profondeur énorme de 5100 mètres; de tels abîmes sont complètement inexplorés. Au début de la campagne, le commandant aurait peut-être hésité à entreprendre un dragage à une aussi grande profondeur. Cette opération nécessitait l'immersion d'au moins 8000 mètres de corde, qu'un accident pouvait faire perdre tout entière; mais, comme l'expédition touchait à sa fin, il résolut de tenter cet effort suprême.

La drague fut immergée à deux heures de l'après-midi, à trois heures du matin elle revenait à bord sans aucun accident, l'opération avait en tout duré treize heures. Dans la vase que rapportait l'appareil se trouvaient une annélide, un crustacé amphipode et deux ostracodes. Ainsi la vie n'était point éteinte au fond de ces abîmes dont l'esprit peut à peine se représenter la profondeur immense.

Le 20 août, les membres de la commission débarquaient à Rochefort; les petites fatigues inhérentes à toute traversée furent vite oubliées, pour ne plus se rappeler que des richesses qu'ils rapportaient, des splendides pays qu'ils avaient parcouru, et surtout de l'excellente hospitalité qu'ils avaient trouvée sur le *Travailleur*.

Quand on réfléchit à l'immense étendue des mers et qu'on essaye de la comparer à l'espace si restreint qu'ont exploré les dragues, on reste stupéfait en songeant à tant de mystères qui restent encore à dévoiler. Et tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la science doivent souhaiter que ces explorations sous-marines, dont les résultats ont été déjà si fructueux pour la biologie générale et la physique du globe, ne soient pas délaissées et reçoivent de nouveaux encouragements.

H. VIALLANES.

GÉOGRAPHIE

L'Australie : son exploration et sa colonisation.

I.

En 1851, on découvrit sur le littoral de l'Australie des avirons et d'autres engins nautiques de forme chinoise à n'en pas douter. Ces objets étaient enfouis à de grandes profondeurs, et les alluvions qui les recouvraient étaient une preuve incontestable qu'un long temps s'était écoulé depuis l'époque de leur abandon.

Cette circonstance fit souvenir les géographes que Marco Polo, le grand voyageur du moyen âge, que ses contemporains raillèrent et que la postérité a traité longtemps de menteur, mais qu'Alexandre de Humboldt et la science contemporaine ont bien vengé de tous ces dédains; que Marco Polo, disons-nous, avait soupçonné l'existence du grand continent insulaire qui reçut d'abord le nom de Nouvelle-Hollande et qui porte aujourd'hui celui d'Australie. Sur une des cartes qu'il a dressées, on voit du moins une grande terre au sud, et cette indication, il dut la recueillir des Chinois parmi lesquels il avait fait un long séjour. Quoi qu'il en soit, l'honneur d'avoir découvert l'Australie a été longtemps attribué au Hollandais Dirk Hartog qui, le 25 octobre 1616, atterrissait à la pointe occidentale de la grande île qu'il nommait *Terre d'Endracht*, du nom du navire qu'il montait. Mais grâce à un savant écrivain anglais, les Français savent maintenant qu'ils ont été les premiers inventeurs de l'Australie, et ce fait, M. Major l'a établi d'une façon indiscutable devant la *Société des antiquaires* de Londres, d'après une carte du Muséum britannique, signée du nom d'Oronce Finé, bourgeois de Besançon, datée de l'an 1531. M. Major a montré en outre que, dans les explorations australiennes, les Portugais avaient aussi devancé les Hollandais. Les titres de ceux-là reposent sur une série de cartes qui portent, avec le nom de Jean Rotz, le millésime de 1542 et qui font également partie des collections du Muséum britannique. Sur ces cartes, les côtes septentrionales et nord-occidentales de l'Australie sont figurées d'une façon presque exacte, et Malte-Brun n'avait point hésité à en conclure que les Portugais, dans le premier enthousiasme causé par les découvertes de Magellan,. avaient visité les parties septentrionales de la Nouvelle-Hollande, peut-être même sa partie orientale, que Cook alors n'aurait fait que retrouver.

Ce qui est certain, c'est qu'en 1605, quand Quiros quitta les ports du Pérou, il découvrit d'abord plusieurs îles du Pacifique et atteignit ensuite une grande terre que l'on a cru être la côte septentrionale ou nord-occidentale de l'Australie, mais qui est plus vraisemblablement l'île principale du groupe des Nouvelles-Hébrides. Toujours est-il que Quiros rattacha sa découverte, quelle qu'elle ait été, à ce grand continent du sud qui était devenu, depuis Christophe Colomb, la thèse favorite des géographes aussi bien que des voyageurs, et qu'ils regardaient comme un contrepoids nécessaire au massif des terres de l'autre hémisphère. Cette découverte accomplie, Quiros, dont le navire était tout désemparé, prit

le parti de regagner l'Amérique; mais Vaez de Torrès qui commandait le second navire de l'expédition voulut poursuivre jusqu'aux Moluques. Ce fut durant ce trajet qu'au mois de juin 1606, longeant la côte méridionale de la Nouvelle-Guinée, il donna dans le détroit qui a conservé son nom, et fournit ainsi la preuve d'une circonstance dont au surplus il ne paraît pas s'être douté lui-même, à savoir que les parages semés d'écueils qu'il venait de franchir appartenaient à un bras de mer séparant la Nouvelle-Guinée de l'Australie.

Ces faits sont restés longtemps inconnus et leur révélation s'est faite dans des circonstances singulières et intéressantes. Les Anglais s'étant emparés, en 1762, de l'île de Manille, leur chef, M. Dalrymple, trouva dans les vieux papiers du gouvernement la copie d'une lettre de Torrès qui les relatait. Dans un sentiment de défiance, le roi d'Espagne avait gardé pour lui les informations de Torrès; mais ce fut seulement par négligence que l'amirauté anglaise omit de les communiquer à Cook qui, en 1770, entrait, à son tour, dans le détroit de Torrès et en parlait comme d'une portion de mer dans laquelle *aucun autre marin n'avait pénétré avant lui*. Non seulement les Français, mais encore les Portugais et les Espagnols ont donc vu la Nouvelle-Hollande avant les navigateurs hollandais, ce qui n'empêche pas ceux-ci de prétendre légitimement à l'honneur d'avoir fait entrer les premiers l'exploration de l'Australie dans le cercle de la géographie positive. Vingt-six ans après Hartog, Abel Tasman contourna la grande île : il en reconnut les côtes de l'ouest et du sud, qui avaient été vues accidentellement quelques années plus tôt et, poussant au sud-est, il découvrit une terre qu'il appela la terre de Van Diemen en l'honneur d'Antoine Van Diemen, alors gouverneur des Indes néerlandaises et grand ami des sciences géographiques. Cette appellation avait été appliquée déjà à la partie septentrionale de l'Australie par une expédition qui, en 1636, avait spécialement porté sur la Nouvelle-Guinée. Mais la terre découverte par Tasman n'était autre que cette grande île triangulaire, située à l'angle sud-occidental du continent australien et qui a reçu de nos jours, avec toute justice, le nom de Tasmanie. Seulement Tasman, tout en soupçonnant qu'un détroit séparait la terre de Van Diemen du grand continent, ne put en acquérir la certitude, et ce détroit ne fut reconnu que cent cinquante-cinq ans plus tard par l'Anglais Bass.

Pendant une centaine d'années, les navigateurs semblèrent avoir déserté les mers du Sud, et ce fut seulement au milieu du dernier siècle qu'ils y reparurent, avec un éclat, il est vrai, extraordinaire, dans la personne des Byron, des Wallis, des Carteret, des Bougainville et des Cook. Bougainville parcourut l'archipel dangereux dont Wallis n'avait exploré que la moindre partie ; il atterrit à O'Taïti, l'île Sagittaria de Quiros, que Wallis venait précisément de retrouver, et où ses matelots reçurent un accueil si sympathique que l'île en reçut le nom de Nouvelle-Cythère. Il rencontra le bel archipel des Navigateurs et celui des Grandes-Cyclades, connues aujourd'hui sous le nom de Grandes-Hébrides, et il eût devancé Cook à la Nouvelle-Hollande si la famine ne l'eût forcé de tourner au nord, route sur laquelle, par une sorte de compensation, il découvrait l'archipel tout à fait inconnu de la Louisiade et apercevait une partie des Salomon. Quant à Cook, ce fut en 1770, vers la fin de son premier voyage qu'il atterrit à la pointe sud-occidentale du continent australien. Il consacra trois mois d'une navigation des plus périlleuses à en remonter toute la côte orientale jusqu'au détroit de Torrès et prit possession, au nom de son souverain Georges III, de cette terre qu'il baptisa du nom de *New-South-Wales*, ou Nouvelle-Galles du Sud. Précisément, en ce moment même, les hommes d'État anglais se montraient fort soucieux de la question pénitentiaire, et dix-huit ans ne devaient pas s'écouler avant que la Nouvelle-Galles du Sud fût choisie pour l'essai en grand de ce système de la transportation des criminels, qui a suscité tant de controverses et tant divisé d'opinion les moralistes, les criminalistes et les économistes.

II.

Sept cent soixante *convicts* (condamnés), quelques colons et quelques militaires, en tout mille dix-sept personnes, que le capitaine Arthur Philip jetait, le 16 juin 1788, sur les plages de Botany-Bay, voilà l'origine de ces colonies australiennes parvenues, en moins de cent ans, à un si rare degré de prospérité.

Les progrès de la Nouvelle-Galles du Sud, qui comprenait primitivement toute la partie orientale de l'Australie, n'offrirent tout d'abord rien d'exceptionnel, ni même de remarquable. Jusqu'en 1813, la colonisation végéta dans l'angle sud-occidental et s'arrêta, comme devant une barrière infranchissable, au pied des montagnes Bleues. Vues de loin, ces montagnes ne semblent qu'une lisière d'humbles collines se distinguant à peine du sol; mais, en réalité, elles atteignent une hauteur de 900 à 1000 mètres et opposent au voyageur qui veut les franchir des roches abruptes, des profondes coupures, des passes inextricables que les indigènes d'ailleurs refusaient d'indiquer. Lorsqu'un colon, M. Evans, eut franchi la passe Kangeroo qui s'ouvre presque en droite ligne devant le port Jackson, les défrichements s'étendirent dans la plaine de Bathurst et plus tard, se ramifiant à l'est, dans les vallées du Murrumbidge, du Lachlan et du Darling. L'opinion commune était alors que le centre de l'Australie était occupé par une mer intérieure. L'expédition de Sturt, qui remonte à 1829, la rendit peu vraisemblable en montrant que ces trois cours d'eau venaient grossir le Murray, fleuve tributaire lui-même de la baie Encounter et récipient, à part le Macquarie qui se perd dans de vastes marécages, des eaux du versant occidental des montagnes Bleues. Pendant trente-trois jours Sturt descendit le Murray et atteignit la lagune Alexandrina, qu'une barre de sable sépare seule de la mer, dont le voyageur entendait les vagues bruire dans le lointain. Les bords de cette lagune offraient de gras pâturages et des terres propres à la culture de céréales. Comme Sturt n'avait plus que de minces provisions, force lui fut de songer au retour qu'il n'accomplit pas sans de grandes fatigues et d'énormes privations. Mais, quelques années ne

s'étaient pas écoulées que l'exploration de la vallée du bas Murray et des plaines qui s'étendent entre ce fleuve et le golfe Spencer donnait naissance à la colonie d'Adélaïde, riche en vins et en céréales. Les Européens accouraient et des stations pastorales, des villages, des villes même reliaient la Nouvelle-Galles du Sud à l'Australie méridionale.

Dès ce moment, une double préoccupation s'empare de l'esprit des colons et ne la quitte plus. Ceux du sud cherchent une communication avec l'ouest, et ceux de l'est un débouché vers le nord. Ceux-ci s'imaginèrent un instant qu'ils la trouveraient dans quelque grand cours d'eau, et rêvèrent de remplacer par cette voie fluviale la traversée entre Sydney et la mer des Moluques, que le détroit de Torrès et la grande *barrière de corail* rendent si périlleuse. En 1838, John Eyre, un intrépide squatter du sud, s'enfonçant dans l'ouest, explorait la terre de Nuyts et reconnaissait que, sur une étendue d'au moins un millier de kilomètres, cette région n'est qu'une suite de plaines arides imprégnées de sel sans port, ni havre, ni abri quelconque sur la côte. Les deux années suivantes, il découvrit les deux vastes dépressions qui ont reçu le nom de lac Torrens et de lac Eyre, tandis que quatre années plus tard, le vétéran Sturt partait d'Adélaïde, capitale de l'Australie méridionale, et parvenait le 8 septembre 1845, après un voyage dont les fatigues et les dangers sont inénarrables, en deçà du tropique du Capricorne, c'est-à-dire à une distance presque égale de la côte du sud, de la côte du nord et de celle de l'est, sans pouvoir dépasser les plaines nues et arides dans lesquelles il se trouvait. Enfin, en 1848, un jeune Prussien, qui avait tenté en 1844, sur la demande du gouverneur de la Nouvelle-Galles du Sud, sir George Gipps, de couper le continent du sud-est au nord-ouest sur une longueur de plus de 3000 kilomètres, Leichhardt, partit dans le dessein cette fois d'opérer la traversée complète de l'Australie dans sa plus grande largeur, entre le vingt-septième et le trente-deuxième parallèle sud. En effet, il se mit en route dès le commencement de cette année et donna en avril des nouvelles de son expédition. Depuis on n'a plus eu de ses nouvelles, et c'est seulement dix ans plus tard que Gregory retrouvait ou croyait retrouver sa trace près de la rivière Victoria.

Primo avulso non deficit alter : ce mot est bien vrai des explorateurs, race vaillante et aguerrie qu'aucune catastrophe n'intimide, qu'aucun obstacle n'arrête et qu'aucune déception ne décourage. Ni le sort de Leichhardt ni celui de Kennedy, qui périt, la même année, blessé à mort d'une flèche par les indigènes de la baie de Carpentarie, n'empêchèrent les frères Gregory, Raë, Austin, Babbage, Morton, de fouiller pendant les douze années qui suivirent les déserts du centre, de l'est et de l'ouest. Mais, forcé d'abréger, nous ne pouvons que rappeler leurs expéditions, et nous avons hâte d'arriver à la première traversée du continent australien, effectuée en 1860-1861 par Thomas O'Hara Burke, Irlandais et ancien volontaire au service de l'Autriche, qui vint en 1849 s'établir en Australie où il occupait un poste d'inspecteur de police, quand la Société royale de Melbourne le chargea d'arriver au Carpentarie en passant par le centre même du continent.

On connaît trop cette histoire lamentable. Burke et ses compagnons, Brahé, Wills et King quittaient, le 20 août 1860, Melbourne, et après un séjour de quelques semaines à la ferme de Menindie, alors la dernière station sur le Darling, ils entraient, le 20 novembre, dans la vallée du Cooper. Burke y établissait un dépôt sur les bords de la rivière, et dans l'espoir de trouver une route intermédiaire entre celles que Sturt et Grégory avaient suivies, il s'avançait dans la direction du nord-ouest. Après avoir parcouru seul une distance d'environ 140 kilomètres dans un terrain pierreux et sans rencontrer une seule goutte d'eau, Burke revint au dépôt. Tout à coup de violents orages, accompagnés de pluies abondantes, qui éclatèrent vers le nord lui suggérèrent l'idée d'avancer dans ce sens. Brahé fut laissé au fort Wills, avec l'ordre d'y demeurer au moins trois mois et davantage si les vivres le permettaient et de se tenir, autant que possible, en communication avec le Darling et la station Menindie, tandis que Burke, accompagné de Wills, de Gray et d'un ancien soldat nommé King, pousserait en avant.

Vers la fin de décembre, nos explorateurs entraient dans le désert pierreux. C'est là que Sturt, lors de sa seconde exploration, avait passé six mois dans la plus affreuse position et que M. Poole, son lieutenant, avait péri. Ce que lui et ses compagnons y souffrirent de la faim, de la soif, du scorbut et de la chaleur est indescriptible. Le thermomètre marquait 66° et il fallut se creuser une cabane sous le sol. Le bois et la corne se fendillaient, la laine des moutons cessait de croître, les ongles devenaient friables comme le verre. Les chiens ne faisaient pas quatre pas sur le sol brûlant sans perdre la peau de leurs pattes. Burke et ses compagnons franchirent cette région sans encombre : elle paraît même ne pas leur avoir offert le même manque d'eau, la même stérilité, le même aspect de désolation et d'horreur. Et ce phénomène, en apparence étrange, comporte l'explication la plus naturelle. Cette partie du continent australien est, en effet, sujette à des sécheresses persistantes et à des pluies torrentielles, qui altèrent sa physionomie. Les pluies transforment en marécages, recouverts d'une végétation luxuriante, des steppes tout à l'heure inféconds, et la sécheresse, à son tour, change les parties inondées et verdoyantes en déserts absolument arides. A mesure que les voyageurs avançaient vers le nord, le paysage se transformait: le terrain s'ondulait légèrement ; des bouquets d'arbres se montraient à côté de plantureux pâturages; des ruisseaux coulaient entre des buissons et de hautes herbes ; des bandes de pigeons, de canards, d'oies, d'outardes prenaient leur vol vers l'orient. Les bords de la mer se caractérisaient : le lit de la rivière devenait plus large ; les marécages plus nombreux, et des palmiers balançaient au vent leur aigrette verdoyante. Le 17 février, on vit le flux qui envahissait les marécages. Burke et Wills se portèrent en avant vers le nord ; mais une plaine argileuse, inondée d'eau, couverte de buissons inextricables, leur barra le chemin de cet Océan dont des signes irrécusables leur signalaient le voisinage.

Il fallait songer au retour, et de fait, il fut décidé; mais sur les quatre compagnons, un seul devait revoir Melbourne :

Gray, qui depuis quelques jours parlait à peine, mourut le premier; puis ce fut Burke et peu de jours après, ce fut le tour de Wills. Quant à King, il avait été recueilli par une famille d'indigènes, que son infortune avait émue, qui le soignèrent dans leur meilleure hutte et lui donnèrent leur meilleure farine. C'est parmi ces sauvages qu'un colon, M. Howitt, explorateur de l'Australie lui aussi, le recueillit le 13 septembre 1862, et apprit de sa bouche les tristes détails de la mort de ses compagnons. M. Howitt, sur les indications de King et des indigènes, recueillit pieusement les restes de Burke et de Wills, qu'il inhuma dans une fosse pratiquée sur les lieux mêmes. Depuis ils ont reçu, à Melbourne, une sépulture chrétienne, au milieu d'un concours de population qu'on n'a pas évalué à moins de quarante mille personnes.

Tandis que l'expédition de Burke avait une fin si tragique, un *Bushman* expérimenté, un vétéran des explorations australiennes réussissait mieux. John Mac Donall Stuart avait accompagné Sturt dans sa dernière expédition et franchi, en 1858, la région du Torrens. Son plan maintenant était de prendre de cinq ou six degrés de plus à l'ouest que Burke, tout en marchant comme lui vers le centre de l'île, et ce point atteint, il choisirait pour direction ultérieure soit le golfe de Carpentarie lui-même, soit la terre d'Arnheim qui en borde les rivages occidentaux. Stuart partit d'Adélaïde au mois de mars 1860, accompagné de deux amis seulement et au bout de sept semaines, il avait gagné le point central du continent, où il dressait une pyramide de pierres surmontée sur-le-champ du drapeau de Saint-George. Il était arrivé au 19e degré de latitude, en parcourant 2600 kilomètres et quatre cents seulement le séparaient des rivages du Carpentarie, quand des tribus indigènes lui barrèrent le chemin et le forcèrent de regagner Adélaïde. Mais il n'y devait pas faire un bien long séjour et au mois d'avril de l'année suivante, nous retrouvons l'intrépide pionnier sur le terrain même de l'agression dont il avait été victime quelques mois plus tôt. Cependant il ne fut pas donné cette fois encore à Stuart d'accomplir sa rude entreprise. Parvenu au 18° 25′ 40″, il dut rebrousser chemin : ses chevaux n'avaient pas bu depuis cent six heures et ses hommes n'en pouvaient plus.

Voilà donc Stuart ramené une seconde fois à son point de départ. Tant de fatigues et de privations ont éprouvé rudement sa constitution et débilité son corps; mais son courage reste intact et sa volonté inébranlable. A peine de retour, il s'occupe de reconstituer sa troupe, et, s'adjoignant pour principal collaborateur M. Waterhouse, naturaliste instruit, au mois de novembre 1861 il se remet en marche. Vers la fin de mars 1862, les voyageurs se trouvaient sur les lieux mêmes où, vingt mois plus tôt, Stuart avait dû prendre, la mort dans l'âme, le parti de rétrograder. Cette fois encore il trouva devant lui de vastes espaces sablonneux et des fourrés impénétrables qui l'empêchèrent de pousser droit au nord, et il se résolut à prendre par le nord-ouest. La troupe rencontra d'abord de belles prairies et une forêt vierge, sous le couvert de laquelle campait une tribu d'indigènes, hommes grands et bien faits, qui n'entretinrent que de bons rapports avec les voyageurs. Ceux-ci abandonnèrent bientôt leurs recherches au nord-ouest et, reprenant leur direction première, ils furent assez heureux pour atteindre une région herbacée, parsemée de mares profondes et arrosée par un petit cours d'eau. A cette région succédèrent d'abord une zone de broussailles, puis de larges plaines formées d'alluvions noirâtres, presque noyées sous les eaux. A gauche, s'étendaient de hauts plateaux et une région basaltique toute recouverte de palmiers, de pandanus, de pins et de bambous. Elle est traversée par une petite rivière, la rivière Adélaïde, dont Stuart atteignait les sources le 10 juillet et où il discernait, avec une satisfaction difficile, à décrire des indices certains du voisinage de l'Océan.

Le 24 juillet, accompagné de deux de ses compagnons, Thring et Auld, Stuart marchait sur un sol léger, pierreux et un peu renflé à sa surface. Autour de lui, des roches volcaniques émergeaient des plaines alluviales de couleur noirâtre. Les arbres devenaient plus petits, phénomène habituel sur les bords de la mer. Les trois compagnons, après une marche d'environ douze kilomètres, entrèrent dans une vallée large et tapissée de hautes herbes. Sur le côté opposé, se dressait une lisière d'arbres épais et touffus, bordant la plage. Déjà on entendait le murmure de la vague. En ce moment, Stuart fait arrêter les chevaux, s'avance et contemple les flots du Pacifique se déroulant dans le golfe de Van-Diémen ; puis il appelle ses compagnons qui ne se doutaient pas encore d'une telle proximité. Thring accourt le premier; « La mer! la mer! » s'écrie-t-il tout à coup. Ce cri surprit tellement ses camarades qu'il fut obligé de le répéter; on les vit alors se précipiter vers la plage en poussant des acclamations frénétiques.

Dès le lendemain, Stuart reprit la route d'Adélaïde ; sa santé était ruinée, et l'on craignit plusieurs fois de le perdre pendant le retour. « Je doute que j'aille plus loin, écrivait-il, à la date du 10 septembre. S'il m'arrive malheur, je suis prêt à tout. J'écris tous les jours mon journal, de sorte qu'il ne pourra y avoir aucun doute sur son résultat. » A quelques jours de distance, il ajoutait que « son corps n'était plus qu'un squelette et sa force celle d'un enfant ». Stuart devait cependant revoir Adélaïde, où sa rentrée fut un véritable triomphe. On parle de vingt mille colons qui se portèrent à sa rencontre. Plus tard vinrent les récompenses pécuniaires du gouvernement colonial, la grande médaille d'or et la mention très honorable des Sociétés de géographie de Londres et de Paris. Stuart s'est éteint le 5 juin 1867, à Nottingham-Hill. Sa persévérance indomptable et son opiniâtreté invincible ne se peignent pas seulement dans ses actes, mais encore dans certaines de ces paroles. Obligé de battre en retraite devant les indigènes, il s'écrie : « Si ma vie devait être seule sacrifiée, je serais heureux de mourir pour la solution du problème que je me suis posé. » Ramené en arrière, dans une de ses tentatives pour dépasser New-Castle-Water, il écrit encore : « Nos espérances ne se sont un instant éveillées que pour disparaître devant les déceptions les plus cruelles. Tous les tourments et tous les maux semblent m'accabler à la fois. Mais j'ai fait tout mon possible, et je ne puis réussir. » Stuart a été à un haut degré ce que nos voisins nomment *a character,* ce

que j'appellerai, moi, un homme, et l'on sait si les hommes surabondent dans ces temps de défaillance morale, de vices réels et de vertus conventionnelles. Ne cherchons pas cependant dans cette physionomie originale certains traits fortement prononcés chez les Mungo Park, les Humboldt, les Jacquemont, les Livingstone, les Schlagtenweit. C'est le dévouement à la science qui a porté ces hommes illustres dans les régions équinoxiales de l'ancien et du nouveau continent, sur les gradins de l'Himalaya et sur les plateaux de l'Asie centrale. Le voyageur John Mac Donall Stuart n'est que le type, singulièrement agrandi d'ailleurs et atteignant à l'héroïsme, de ces *squatters* anglo-saxons que la passion, la manie parfois, des défrichements pousse à travers les solitudes des forêts vierges. N'attendons pas de lui, en face des splendeurs de la nature, un de ces élans d'enthousiasme, un de ces cris de l'esprit et du cœur qui éclatent, par exemple, dans les *Tableaux de la nature* ou dans le *Cosmos*. « Quand cette contrée sera colonisée, dira-t-il en parlant de sa nouvelle découverte, elle vaudra les plus belles possessions de la Couronne, car elle est susceptible de toutes sortes de culture. *Quel beau pays pour la plantation du coton!* » Le mot ne paraît-il pas caractéristique et n'éclaire-t-il pas d'un trait lumineux cette figure de colon devenu explorateur, comme à son insu?

Pour compléter cette esquisse des explorations australiennes, il nous reste à mentionner les noms de MM. Landsborough, Mac Kinlay, Warburton, John Forrest et Frederik Müller. Les deux premiers avaient reçu mission des gouvernements locaux de retrouver les traces de Burke, du moins, s'il n'était plus possible de le secourir. Parti du Carpentarie, M. Landsborough explora la vallée du Cooper et revint à Melbourne, après un voyage très fructueux pour la science, mais sans rien avoir appris sur le sort de l'infortuné voyageur que M. Howitt n'eût divulgué déjà. M. Mac Kinlay fit le même trajet dans le sens contraire; six semaines après son départ, il entrait dans ce désert pierreux où Stuart avait failli mourir de soif et où il manqua, lui, de se noyer. Le 29 mars 1862, il atteignait la rivière Leichhardt, où il pouvait voir distinctement le flux et le reflux de la marée. Mais des marécages impénétrables ne lui permirent pas d'atteindre la côte elle-même, et il revint à Melbourne avec sa caravane dans le plus piteux état. En 1873-1874, M. Warburton s'engageait dans les solitudes de l'Australie occidentale et y échappait à peine à une horrible mort : il y avait parcouru 1200 kilomètres, sans y rencontrer autre chose que des plateaux désolés et des plaines stériles. M. John Forrest s'est dirigé au contraire de l'ouest à l'est : traversant le désert dans sa partie la plus large, il est allé rejoindre, après un parcours de 3200 kilomètres, la ligne du télégraphe transcontinental qui, suivant à peu près l'itinéraire de Stuart, part de Melbourne pour se relier à Port-Darwin, à la ligne sous-marine de Java et des Indes (1).

(1) Depuis il a été établi un *télégraphe sud-australien*: il fait un angle droit avec le transcontinental et relie Adélaïde et Perth, c'est-à-dire la capitale de l'Australie méridionale et celle de l'Australie occidentale. Cette ligne a une longueur totale de 3292 kilomètres.

Cet ensemble d'explorations a tranché des questions restées longtemps indécises. On sait, à n'en plus douter, que l'intérieur du continent australien ne renferme pas de Caspienne, et il n'y a pas encore quatre ans que l'on croyait être également sûr qu'il ne possédait pas de grands lacs. Mais, dans le courant de l'année 1878, on a annoncé que dans la colonie de Queensland, sur les limites de l'Australie méridionale et par le vingt-cinquième parallèle sud, on avait découvert un véritable bassin lacustre, composé de plusieurs nappes d'eau fort étendues. Des collines d'une altitude de cinq à six cents mètres, voilà le système orographique de l'Australie; des cours d'eau que les chaleurs assèchent et des steppes que les pluies changent en marécages, voilà son hydrographie. Quant à la végétation, elle varie suivant les zones. En général, la région du sud offre des terrains d'une nature saline, coupés de mares d'eau saumâtre. La région centrale a des gommiers dans ses ravins et une herbe assez fine dans ses plaines; enfin dans la zone septentrionale, les vallées sont recouvertes d'une végétation luxuriante; le cotonnier et la canne à sucre y croissent spontanément. Sous le rapport géographique enfin, on peut dire qu'il n'y a guère plus d'un quart de l'Australie qui soit connu. Les côtes, sauf quelques lacunes, ont été bien explorées; mais, pour l'intérieur, la carte n'est réellement dressée qu'en ce qui concerne la zone orientale, la région du sud-est et une faible portion du sud-ouest. L'ouest proprement dit est encore marqué en blanc.

III.

Au commencement de ce siècle, il y aurait eu témérité à prédire le magnifique essor des colonies australiennes. Rien n'indiquait alors que l'Australie dût se soustraire un jour au sort commun des colonies pénales et répudier le lourd héritage des premiers habitants de Botany-Bay. Ni les colons libres qui avaient débarqué en même temps que ceux-ci, ni les militaires et les fonctionnaires en retraite qui se fixèrent ultérieurement dans l'île ne pouvaient former un noyau de colonisation suffisante. Quant aux convicts, la pensée qui transportait au delà des mers, dans un lieu où ils pouvaient redevenir honnêtes, ces pestiférés de la pire espèce, était assurément une pensée généreuse. Mais, à l'application, elle devait trahir des illusions dangereuses et des mécomptes fréquents. Ces condamnés, sous l'empire de l'intérêt personnel ou sous le coup d'une discipline forcément inexorable, bâtirent, il est vrai, quelques cabanes et défrichèrent quelques champs. Mais ni eux, ni un trop grand nombre de leurs fils ne devinrent des honnêtes gens, des citoyens actifs et industrieux. Le plus souvent ils récompensèrent par le vol ou le meurtre les colons qui les avaient recueillis. Il fallut les remettre à la chaîne et au travail forcé. Leur impur contact écartant l'émigration volontaire, les bras manquèrent à la culture et la production languit. C'est à peine si, dans l'espace de vingt-cinq ou trente ans, quelques fermes, situées à de grandes distances l'une de l'autre, se créèrent dans la vaste bande de terre qui s'étend de Sydney aux montagnes Bleues. La colonie vécut sur ces ressources à peine suffisantes pour

son alimentation, jointes aux apports de la mère patrie et au commerce qui naquit de ces apports.

C'est que l'agent principal de la production n'est ni le capital, malgré sa fécondité, ni les machines malgré leur puissance : c'est l'homme, non l'homme physique, mais l'homme moral, assemblage de qualités si nombreuses et si diverses. Voilà une terre dont les parties fertiles dépassent peut-être en superficie l'Angleterre, la France et l'Allemagne réunies; une terre généreuse, dont les plaines sont entrecoupées de vallons et dont les côtes bien découpées offrent des baies nombreuses, vastes et sûres. Cette terre tombe dans les mains d'une race éminemment colonisatrice et d'un gouvernement qui sait respecter l'initiative individuelle; qui au besoin la susciterait bien plutôt qu'il ne l'emprisonnerait dans une centralisation tracassière et stérile. Qu'est-ce donc qui paralyse les premiers efforts de la colonisation australienne? Ce n'est point, je le répète, la timidité des colons; ce n'est point l'arbitraire; car l'Anglais transporte, partout où il plante sa demeure, ces garanties légales dont il est si jaloux sur son sol natal. Ce ne sont point des règlements tyranniques ou puérils, véritables langes dont on se plaît ailleurs à garrotter des membres dans toute leur activité et toute leur vigueur. Non : c'est le choix des émigrants mêmes, population déclassée, hôtesse des prisons et des bagnes, qui a perdu le goût et la notion du travail. Le capitaine Mac Arthur reconnaîtra un jour que l'atmosphère et les herbages australiens conviennent admirablement à la production de la laine; alors les montagnes Bleues seront franchies, et l'industrie pastorale se répandra le long des cours d'eau qui descendent de leur versant occidental. Alors aussi les émigrants européens accourront; mais un gouverneur qui a rompu avec les traditions de 1788, sir Thomas Brisbane, ne les accueillera qu'après examen et tracera entre eux et les colons de souche suspecte une première ligne de démarcation. Le 2 mai 1851 et, par une singulière rencontre, le lendemain du jour où la première Exposition universelle aura été ouverte, l'Europe apprendra qu'on a découvert dans les montagnes Bleues et les Alpes australiennes de riches gisements aurifères, et l'émigration jettera un nouveau flot sur les rivages de l'île. Ce flot ira d'abord rejoindre ces habitants de Sydney et de Melbourne qui ont fermé leurs maisons et leurs boutiques et qui se rendent par grandes troupes aux mines d'or. Cette frénésie cependant aura son terme, et on songera qu'il faut nourrir une population toujours croissante. Ce sera l'œuvre d'une troisième émigration, et désormais les arrivants se feront cultivateurs, vignerons, planteurs, éleveurs de bétail.

Mais, à cette époque, on en a fini avec le régime de la transportation. Dès 1840, la Nouvelle-Galles du Sud avait refusé de recevoir de nouveaux transportés et de nouvelles colonies avaient surgi, pures de ce stigmate originel. Leur liberté et leur fortune croissaient ensemble. En 1851, elles avisaient nettement la métropole qu'en continuant son essai de colonisation pénale, à quelque titre et sous quelque forme que ce fût, elle courait le risque de perdre leur *affection* et leur *loyalisme*. Et ce langage était si bien entendu à Westminster-Abbey, que, deux ans plus tard, une loi jetait les bases d'un nouvel ordre de choses, connu sous le nom de *servitude pénale,* qui retenait les criminels dans les prisons de la métropole.

Aujourd'hui, l'Australie renferme six grandes colonies : — Nouvelle-Galles du Sud, Victoria, Queensland, Australie méridionale, Tasmanie, Australie occidentale, — lesquelles ne comptent pas moins ensemble de 2 millions d'habitants. La Nouvelle-Galles du Sud en a pour son compte 504 000, au lieu de 1048 qu'elle avait en 1788, et Victoria, qui en a été démembrée en 1851, en comptait jusqu'à 750 000 lors du recensement fait en 1874. A cette même époque, Melbourne, sa capitale, en y comprenant ses faubourgs qui se développent sur une superficie de 16 kilomètres autour d'elle, était peuplée de 241 000 habitants, tandis que Sydney, le chef-lieu de la Nouvelle-Galles du Sud, en comptait 135 000 (1). Toutes les deux étaient des villes qui le disputaient en opulence aux grandes villes de l'ancien et du nouveau continent, et qui l'emportaient souvent sous le rapport du confort et des installations exigées par l'hygiène publique de nos jours. Les deux colonies ont ensemble un budget qui ne représente pas moins de 265 000 000 de francs — 142 750 000 pour la Nouvelle-Galles du Sud et 122 250 000 pour Victoria — et leur commerce extérieur se chiffre respectivement par 678 millions et 788 millions de francs.

Mais, dira-t-on, la Nouvelle-Galles du Sud et Victoria sont, relativement parlant, deux vieilles colonies. Prenons donc Queensland : c'est à la lettre une colonie naissante, puisque sa séparation de la Nouvelle-Galles du Sud ne remonte qu'à l'année 1859, où une ordonnance royale lui alloua tout le territoire qui s'étend de la pointe Danger par 28°,8' de latitude sud, jusqu'au cap York, extrémité nord occidentale de l'Australie, et du Pacifique jusqu'au golfe de Carpentarie par le 138° méridien de longitude; ce qui représente 670 000 milles carrés ou bien 173 530 000 hectares, soit une aire équivalant à quatre fois environ l'aire de la France et à douze fois celle de l'Angleterre et du pays de Galles. La population de Queensland s'est accrue avec une rapidité extraordinaire et dans des proportions tout à fait exceptionnelles. En 1859, elle n'était que de 25 000 habitants, et, en 1868, elle était devenue de 107 000; autrement dit, elle avait plus que quadruplé dans l'espace de neuf années. En 1879, c'était de 217 251 habitants qu'il s'agissait, c'est-à-dire que dans cette nouvelle période de onze ans la population de la colonie avait encore doublé. Brisbane, sa capitale, compte actuellement 30,000 âmes et la ville de Rockhampton, située au nord, est déjà presque aussi peuplée.

Là où Burke et Wills mouraient de faim, il y a maintenant de florissantes cultures pastorales ; l'on élève de grands troupeaux de moutons et de bœufs, et des voitures sillonnent le pays dans tous les sens. Ce n'est pas seulement l'élève du gros ou du petit bétail qui est en honneur, c'est encore la culture des céréales, des légumes et des arbres fruitiers; ce sont les plantations de coton, de jute, de chanvre, de tabac,

(1) En 1871. Tous ces chiffres sont pris dans la *Colonisation Circular,* n° 34, et dans le *Statesman's year book,* dernière année.

d'indigo, de café, et, depuis quelque temps, les squatters ont introduit avec un grand succès la canne à sucre. Queensland renferme une quinzaine de gîtes aurifères en pleine activité qui n'ont pas produit une valeur moindre de 136 millions de francs, depuis 1860 jusqu'à 1874. Elle a de puissants charbonnages sur tout son littoral oriental, ainsi qu'un bassin stannifère d'une superficie de 150 000 hectares. Son revenu public est d'environ 30 millions de francs et son commerce représente une somme de 170 millions. Dès 1875, les chemins de fer ont fait leur apparition dans la colonie : aujourd'hui, ils se ramifient sur 560 kilomètres, et Brisbane, sa capitale, est reliée avec le littoral et les principaux centres de l'intérieur. Elle possède enfin 155 bureaux de poste et 59 stations télégraphiques. Les intérêts moraux n'ont pas été négligés d'avantage dans Queensland : 30 000 enfants y fréquentent les écoles, et elle a quatre sociétés de secours mutuels, sans parler de ses caisses d'épargne qui, il y a sept ans, avaient reçu une somme de 14 millions et demi, inscrite au crédit de 11 500 déposants.

Nous finirons par quelques mots sur les tribus aborigènes qui habitent l'Australie. A cette heure, on peut encore employer ce verbe au présent ; mais, dans quelques années, c'est au passé qu'il faudra le faire. Devant la marche incessante de la colonisation blanche, ces races sont destinées en effet à disparaître. La tribu qui occupait le territoire de Sydney comptait 400 personnes, lors de la naissance de cette ville ; en 1845, elle était réduite à une seule famille composée de quatre individus : un homme, sa mère, sa femme et sa fille. Dans l'espace de six années, les tribus assez nombreuses qui vivaient dans le voisinage de Melbourne se sont éteintes, et il y a trois ans que le dernier insulaire de la Tasmanie a disparu, dans la personne d'une vieille femme à qui le gouvernement anglais servait, en sa qualité de veuve d'un ancien chef, une pension de trois à quatre mille francs.

Les voyageurs et les anthropologues qui se sont occupés des Australiens sont loin de s'être mis d'accord sur leur compte. Les uns se sont plu à les représenter comme l'idéal de la laideur et de la dégradation bestiale, comme des êtres qui réunissent, suivant le mot de M. Butler Earp, « toutes les mauvaises choses de l'humanité et quelques autres dont rougiraient les singes leurs congénères », tandis que d'autres, tels que M. de Quatrefages, notre illustre naturaliste, parlent de la division des Australiens en clans ; du partage qu'ils s'étaient fait du sol, en cela plus avancés que les Polynésiens qui vivaient dans la communauté terrienne ; de leur habileté à creuser des canots et à tresser des filets de pêche. Et si on leur objecte que tout cela n'est pas l'indice d'un état social bien élevé, ils répondent, sans contester le fait, que les Australiens se sont montrés capables de dépasser cet état, puisque Dawson en a fait des fermiers ; que le soldat déserteur William Buckley a fixé, civilisé même certaines de leurs tribus et que l'évêque Salvado a fait des sauvages de l'Australie occidentale, qu'il a groupés autour de lui, des ouvriers aussi intelligents que dévoués.

Nous avons précisément sous les yeux le livre fort intéressant, *la Nouvelle-Nursie, histoire d'une colonie bénédictine dans l'Australie occidentale* — où dom Théophile Bérengier, bénédictin de la congrégation de France, raconte les efforts de Mgr Salvado et l'éclatant succès dont ils ont été couronnés. Mgr Salvado a fait de ces sauvages des maçons, des forgerons, des laboureurs : leurs enfants fréquentent l'école du monastère et eux-mêmes sont assidus à des cours qu'on leur fait le soir. Ils se sont bâti de petites cabanes dans le voisinage des champs qu'ils cultivent, et ces cabanes aujourd'hui forment un petit village autour des bâtiments de l'abbaye. A voir le mouvement qui y règne dès la pointe du jour, on se croirait plutôt dans une grande ferme d'Angleterre et d'Écosse qu'au milieu des solitudes australiennes. De grands sauvages à la figure basanée guident l'attelage d'une charrue dont un moine à la longue barbe tient les manchons, tandis que les jeunes gens mènent les chevaux, les bœufs, les vaches, les moutons au pâturage, et que les enfants prennent le chemin de la classe. Déjà Mgr Salvado a déclaré les sauvages propriétaires des maisonnettes qu'ils habitent, et s'il ne leur a pas encore concédé, comme il en a pour l'avenir l'intention formelle, la propriété des champs contigus à ces cabanes, c'est qu'il se souvient qu'ils parcouraient, il y a peu d'années encore en toute liberté, les solitudes du continent australien, à la poursuite de l'émeu et du kangourou, et qu'ils menaient une vie essentiellement nomade.

Pour achever la transformation de ces coureurs de bois en agriculteurs, de ces nomades en sédentaires, il faudra, peut-être, attendre la deuxième génération. Ce qu'ils sont déjà devenus paraît merveilleux quand on se reporte à leur point de départ. Biglialoro, le catéchiste et le fidèle suivant de Mgr Salvado, lui a confessé qu'étant jeune, il avait pris part à un horrible festin dont c'était le cadavre de sa propre sœur qui faisait les frais. « Les chairs étaient à peine rôties, racontait-il, que déjà les convives y mordaient à belles dents. Je fis comme les autres, et quoique le sang qui coulait sur mes lèvres fut celui de ma sœur, je n'y pensais pas ; car j'étais bien jeune, et la faim me talonnait. » Un autre catéchiste de la Nouvelle-Nursie avait mangé sa nièce, et même après sa conversion, la chose lui paraissait toute naturelle, eu égard aux circonstances où elle s'était produite. « Depuis deux jours, nous n'avions rien mangé ma nièce et moi, si ce n'est quelques lézards », disait-il au missionnaire qui tentait de lui faire honte d'une pareille action. « La pauvre enfant tombait de fatigue à chaque pas. Après l'avoir portée quelque temps, je me dis qu'il valait mieux la tuer que la laisser souffrir. Ensuite je la mangeai pour me donner des forces et continuer ma route. Cela valait mieux pour elle et pour moi que de la laisser pourrir dans un trou. A ma place n'auriez-vous pas fait comme moi? »

« Parmi les jeunes gens et les enfants surtout, il se trouve fréquemment des sujets qui, pour l'harmonieuse proportion des membres, la pureté des conteurs, la finesse de la taille, pourraient servir de modèle aux plus habiles sculpteurs » ; voilà dans quels termes Mgr Salvado parle de ses chers sauvages. Il n'est pas défendu de soupçonner dans ce portrait la tendresse un peu aveugle d'un pasteur pour ses ouailles : ne le recevons donc que *cum grano salis,* en nous souvenant

toutefois que le major Eyre, dans son livre sur l'Australie centrale dit quelque chose de semblable à propos des jeunes filles australiennes, et qu'assurément la large poitrine des hommes, leurs fortes épaules et leur épaisse encolure semblent bien indiquer une race naturellement belle, mais qui, privée dans ses immenses déserts d'une suffisante nourriture, n'a cessé de s'abâtardir et de dégénérer. Elle va même, disions-nous plus haut, bientôt disparaître, et avec elle disparaîtront aussi les idiomes qu'ils parlent et qui ressemblent si peu à ceux des autres populations océaniennes. C'est donc une excellente idée qu'a eue dom Bérangier que celle de joindre à son volume un répertoire des mots les plus usuels du vocabulaire australien. L'alphabet de ces sauvages manque des consonnes *p, h, s, v, z*, ainsi que de l'*r*, soit simple au commencement des mots, soit double au milieu. Par contre, ils ont un *n* nasal, qui n'est ni précédé ni suivi de la voyelle *e*. Cette lettre doit être prononcée en respirant fortement du nez, et indépendamment de la voyelle qui le suit à laquelle un petit trait horizontal semble la joindre. Ainsi par exemple *n-agna* ne se prononce pas *nagna*, mais *agna* précédé d'un son tout à fait nasal et aspiré.

Ad.-F. de Fontpertuis.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 30 JANVIER 1882.

Astronomie. — M. *Faye* répond à une critique contenue dans le dernier numéro des *Mémoires de la Société italienne des spectroscopistes*.

Dans la théorie du soleil proposée par l'auteur, les protubérances se trouvent rattachées aux taches et aux pores comme une simple conséquence mécanique de ces phénomènes. C'est ce qu'il a appelé la circulation de l'hydrogène au-dessus et au-dessous de la photosphère.

M. Tacchini a un raisonnement contraire; il dit que dans leur ensemble les deux phénomènes croissent et décroissent ensemble; mais il n'y a pas parallélisme parfait. Ainsi il y a eu pour le nombre de taches, au mois de juillet dernier, un petit maximum secondaire, exceptionnel, qu'il ne retrouve pas pour les protubérances. D'ailleurs il observe ordinairement que l'un des maxima absolus retarde constamment sur l'autre.

A cela, M. Faye objecte que les observateurs qui se font des conventions particulières sur la manière de dénombrer les taches, les pores, les protubérances, oublient ce qu'il y a nécessairement un peu d'arbitraire dans ce procédé, et s'imaginent ensuite, une fois les nombres réduits en tableaux, que ces mêmes nombres sont l'expression rigoureuse, mathématique de la réalité.

— M. *G.-A. Hirn* résume les observations météorologiques faites pendant l'année 1881, en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges.

Il explique pourquoi les différences des températures entre la plaine et le passage des Vosges sont très variables, et pourquoi une moyenne n'a aucune signification scientifique au cas particulier. L'air, toujours plus ou moins humide, qui gravit la pente, lèche une surface dont l'étendue dépend de la direction du vent par rapport à celle de l'axe de la chaîne de montagnes, et dont la température dépend continuellement de l'état actuel du ciel, etc. La température de cet air ne peut donc jamais être rigoureusement celle qui répond à la détente en chaque point. C'est seulement par des vents très intenses et convenablement dirigés que la différence de la température pourra s'approcher de celle qui est donnée par l'équation obtenue : on voit, par exemple, que pendant le coup de fœhn du 26 juillet la différence de température observée par M. Defranoux et par l'auteur s'est élevée à 29°,3 — 17°,5 = 11°,8. Il faudra sans doute une longue suite d'années d'observation pour arriver à des données précises quant aux détails des phénomènes. Un fait très important cependant est déjà en relief : c'est l'influence de la chaîne de montagnes sur la quantité d'eau atmosphérique qui se précipite annuellement sous forme de pluie et de neige, et de plus, c'est l'explication tout à fait rationnelle de cette influence par les principes de la thermodynamique.

— M. *Ph. Gilbert* étudie divers problèmes du mouvement relatif et principalement ceux où la pesanteur concourt avec la rotation du système de comparaison pour dévier l'axe du tore ; les oscillations de l'axe se rattachent alors à celles d'un point pesant, mobile sur un cercle qui tourne uniformément autour d'une sécante verticale L'équation de Bour donne celle du mouvement du point et ses positions d'équilibre, dont la construction se confond avec celle d'une droite passant par un point donné et ayant une longueur donnée entre deux axes. Il y a, suivant les cas, deux ou quatre solutions : donc une ou deux positions d'équilibre stable.

Le curieux pendule gyroscopique de M. Sire se prête à une étude complète et rigoureuse par cette méthode, quelles que soient la masse de la chape et la vitesse initiale du tore. Quand celle-ci n'est pas trop grande, le pendule admet quatre positions d'équilibre faciles à construire; l'oscillation du pendule suit d'ailleurs la même loi que celle du point pesant dont on vient de parler.

— M. *Spœrer* présente le résultat de ses récents travaux sur la singulière loi de distribution des taches à la surface du Soleil.

La cause inconnue qui fait apparaître les taches est poussée lentement vers l'équateur sur les deux hémisphères; alors elle cesse et on a le minimum des taches. Mais en même temps, une *nouvelle* cause fait apparaître quelques taches dans les latitudes élevées, et cette nouvelle cause se renforce, s'approche aux latitudes inférieures, et va cesser à son tour vers l'équateur.

Frappé de la régularité de ce phénomène, M. Spœrer a essayé de le représenter par une formule empirique. Il y a réussi à son entière satisfaction pour la première période. A la deuxième, la formule n'a eu besoin que d'assez légers changements. Mais, à la troisième, celle qui se déroule actuellement, la formule ne s'applique plus aussi bien, et le phénomène paraît, au fond, être plus compliqué qu'il ne l'avait cru d'abord.

Quoi qu'il en soit de ce détail, M. Spœrer appelle aussi l'attention de l'Académie sur la prépondérance que les deux hémisphères prennent alternativement dans la production des taches. Celle du nord était marquée en 1858-1859. Elle a passé au sud en 1868-1869. Depuis, elle est revenue au nord. Mais ces phénomènes sont bien moins accusés que les précé-

dents, et finalement il paraît que l'action des deux hémisphères tend à s'égaliser d'une manière ou d'une autre, car, sur l'espace de temps de 1854 à 1881, on ne trouve plus qu'un excès de 3 pour 100 en faveur du sud.

Physique. — M. S. *Wroblewski* décrit une expérience faite sur la combinaison de l'acide carbonique et de l'eau.

Chaque fois que, tout en augmentant la pression dans l'appareil, on passe par une pression strictement déterminée, le tube se couvre d'un givre opaque. Chaque fois que, tout en diminuant la pression, on passe par le même point critique, le givre disparaît.

Ce point critique, à la température de zéro, se trouve à la pression de 12atm,3. On peut reproduire ce phénomène autant de fois que l'on veut, si l'on prend la précaution de ne pas trop diminuer la pression et, par suite, de ne pas laisser disparaître complètement le corps solide. Si la pression reste plus forte que le nombre indiqué, on pourra conserver le corps solide aussi longtemps que l'on voudra.

Ce n'est pas seulement à 0° que ce phénomène se produit. On le produit de la même manière à des températures supérieures : la pression critique alors change de valeur et augmente avec la température.

L'explication de ce phénomène paraît impliquer, d'une manière nécessaire, l'existence d'un hydrate de l'acide carbonique, facilement dissociable et susceptible de se former par pression, comme le chlorhydrate de phosphure d'hydrogène de M. Ogier.

— M. *Eug. Bourdon* a obtenu un anémomètre multiplicateur applicable à la mesure de la vitesse du vent dans les galeries de mine, aux observations météorologiques et à la détermination de la vitesse des cours d'eau.

Dans un premier tube, établi suivant les proportions déterminées par Venturi, on en fixe un deuxième, concentriquement au premier, mais de dimensions assez réduites pour qu'il n'occupe que la partie centrale de la petite section du tube qui l'enveloppe.

Si l'instrument doit être appliqué à mesurer de très petites vitesses, on fixe un troisième tube, encore plus petit, dans l'intérieur du deuxième, en observant les conditions indiquées à l'égard des deux précédents.

— M. *J. Vinot* signale quelques phénomènes atmosphériques observés pendant la dernière période des hautes pressions sur le sommet du pic du Midi.

Le 20 janvier, à 6 heures 30 minutes du soir, le général de Nansouty et ses deux aides voyaient nettement la lumière cendrée et le mince croissant de la lune, âgée de 25 heures 46 minutes. Jamais on n'a constaté la réapparition de la lune après un temps aussi court.

— M. *W. de Fonvielle* envoie ses observations faites en aérostat, sur la nuée opaque qui a couvert pendant plusieurs jours la région environnant Paris.

Physiologie. — M. *G. Hayem* décrit la crise hématique dans les maladies aiguës à défervescence brusque. La fin des maladies aiguës s'accompagne d'une modification subite et profonde dans la constitution anatomique du sang. Cette crise est caractérisée essentiellement par une accumulation passagère d'hématoblastes dans le sang.

La crise hématique débute vers la fin de la maladie, en général, au moment où la température fléchit; elle atteint presque toujours très exactement son *fastigium* le jour où la température redevient pour la première fois physiologique, c'est-à-dire dès que la défervescence est complète.

Quels que soient le nombre initial des hématoblastes et celui des globules rouges, le rapport anormal constaté entre ces éléments à l'époque de la plus forte accumulation des hématoblastes est représenté presque toujours par le même chiffre.

Il est en moyenne de sept, et il n'oscille que dans d'étroites limites, comprises entre huit et six.

La crise hématique est, en définitive, un fait d'évolution ; elle représente l'effort de réparation sanguine qui survient à la fin des maladies aiguës.

— M. *A. Pierret* indique les relations du système vaso-moteur du bulbe avec celui de la moelle épinière chez l'homme, et les altérations de ces deux systèmes dans le cours du tabes sensitif.

Tous les phénomènes du tabes sensitif, sclérose médullaire postérieure, ataxie locomotrice progressive, ne peuvent être imputés qu'à un trouble fonctionnel des nerfs mixtes, glosso-pharynghien, pneumo-spinal et du grand sympathique. Or ces différents nerfs constituent dans les centres nerveux, moelle, bulbe et protubérance, un système anatomique intermédiaire avec zones motrices et sensitives.

Ce système fournit, au niveau de l'origine apparente des nerfs auditifs et faciaux, un nerf vaso-moteur, le nerf de Wrisberg, émanation directe de ce faisceau mixte ascendant, connu sous le nom de faisceau solitaire de Stiling, colonne grêle.

Ce faisceau de fibres, au-dessous du point d'émergence du nerf de Wrisberg, fournit des rameaux vaso-moteurs au glosso-pharyngien, plus bas au groupe du pneumo-spinal, sans cesser de se maintenir en rapport soit avec les ganglions moteurs vrais, soit avec les ganglions sensitifs.

— M. *Ed. Prillieux* a suivi la formation des grains niellés du blé, et il a observé que des anguillules, se glissant sous la glumelle inférieure, engagent leur tête jusqu'au fond de la jeune fleur, au milieu des trois mamelons staminaux. Là, il se produit, sous leur action irritante, une hypertrophie des parties déjà formées de la fleur, en dedans des glumelles. Les trois mamelons staminaux se développent extraordinairement en largeur et en hauteur, se confondant par les côtés de façon à former une sorte de tube irrégulier, court et charnu, à bords mamelonnés, épais et un peu recourbés en dedans, où l'on distingue ordinairement, plus ou moins nettement, trois masses saillantes. Le fond de la fleur, entre les trois rudiments d'étamine hypertrophiés et coalescents, est aussi le siège d'une multiplication extraordinaire des cellules ; il se gonfle en formant des saillies à l'intérieur du manchon charnu qui entoure la tête et la partie antérieure du corps des anguillules, mais n'est pas encore assez développé pour loger les vers tout entiers. Bientôt cependant cette sorte de tube charnu grandit et surtout se dilate assez pour que les anguillules puissent se pelotonner à son intérieur ; il se referme alors au-dessus des petits vers et les emprisonne. C'est le grain niellé dans lequel les anguillules, entrées à l'état de larves, se transforment en animaux sexués et se multiplient.

Chimie. — M. *F. Parmentier* a obtenu l'acide silicomolybdique en traitant le silicomolybdate de sous-oxyde de mercure par l'acide chlorhydrique. L'acide mis en liberté donne, par évaporation, des cristaux jaunes transparents, remarquables par leur éclat et leur grosseur. Ce sont des cubo-octaèdres. Les

angles mesurés répondent aux angles calculés. La lumière polarisée n'a pas sur eux d'action. Ils fondent vers 45° dans leur éau de cristallisation et se décomposent au-dessous de 100°. Ils sont très solubles dans l'eau et les acides étendus, et forment avec les bases des sels cristallisables. Les carbonates alcalins et l'ammoniaque en excès les décomposent avec précipitation de silice.

L'acide silicomolybdique, par sa couleur, sa forme cristalline, le mode de préparation de quelques-unes de ses combinaisons salines, présente des analogies avec l'acide phosphomolybdique, isolé et étudié autrefois par M. Debray.

— M. *J. de Girard* a obtenu de nouvelles combinaisons des aldéhydes avec l'iodure de phosphonium.

L'auteur a versé 5 grammes d'acétal propylique sur 10 grammes d'iodure de phosphonium bien cristallisé. Il se dégage à froid un peu d'hydrogène phosphoré. La réaction devient très vive à 50°, et le dégagement abondant. Après avoir chauffé finalement jusqu'à 80°, tout l'iodure disparaît, et le liquide se sépare en deux couches incolores.

Le liquide de la couche inférieure est insoluble dans l'eau et distille à 102°. C'est de l'iodure de propyle.

Le liquide de la couche supérieure n'est pas volatil. Il se décompose quand on le chauffe en dégageant de l'hydrogène phosphoré. Ce liquide est soluble dans l'eau et dans l'éther.

— M. *J. Ogier* a déterminé la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle.

Les densités ont été prises par deux méthodes : celle de M. Victor Meyer et celle de M. Dumas. L'auteur a trouvé, par le premier de ces procédés, les nombres 3,88, 3,59, 3,99 3,69, 3,36 : moyenne, 3,70 dans la vapeur d'aniline; dans la vapeur de mercure ou même de soufre, les résultats sont peu différents (3,72, 3,42, 3,30), quoique évidemment moins exacts, à cause de la décomposition commençante; mais l'appareil de M. Meyer ne permet que difficilement de vérifier s'il y a décomposition ou dissociation, les produits dont on détermine la densité ne pouvant guère être l'objet d'une analyse ultérieure. La méthode de M. Dumas se prête, au contraire, aisément à des vérifications de ce genre.

Par ce dernier procédé, il a obtenu, à la pression ordinaire et à des températures comprises entre 160° et 200°, les nombres 3,87, 3,72, 3,69, 3,70 : moyenne, 3,74.

— M. *E. Burker* a étudié la formation d'une aldéhyde-acétone et d'un glycol de la série aromatique.

L'acétone, en solution dans le chloroforme, a été traitée par une solution chloroformique d'acide chlorochromique dont la proportion avait été déterminée par le calcul : le chloroforme a été employé comme dissolvant, la couche chloroformique séparée par décantation est évaporée, et l'aldéhyde est ensuite purifiée par distillation avec de la vapeur d'eau.

C'est un liquide légèrement jaunâtre, d'une odeur agréable, d'une saveur brûlante; il bout vers 235° et se décompose à une température un peu plus élevée; il est facilement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, et insoluble dans l'eau; il réduit la solution d'azotate d'argent, mais ne se combine pas aux bisulfites alcalins.

Au contact de l'art, le corps s'altère assez rapidement et finit par se transformer en acide benzoyle-propionique. Cette transformation se fait très facilement aussi à l'aide de l'oxyde d'argent; les oxydants plus énergiques décomposent le produit, et l'on observe alors la formation des acides benzoïque et propionique.

Ce produit, dont la fonction aldéhydique est ainsi suffisamment démontrée, devait, sous l'influence de l'hydrogène naissant, produire un alcool diatomique, un glycol à la fois primaire et secondaire C^6H^5-CHOH-C^2H^4-CH^2OH, analogue par conséquent au propylglycol de M. Wurtz.

— M. *Chastaing* présente ses recherches sur la pilocarpine.

L'auteur a traité par la potasse fondante de la pilocarpine pure. Il se forme un produit volatil qui ramène au bleu le papier rougi de tournesol et qui, reçu dans une solution légèrement acide de chlorure de platine, y donne un précipité. L'analyse indique qu'il y a formation de chloroplatinate de méthylamine. Le chloroplatinate de méthylamine devant contenir 41,80 pour 100 de platine, le précipité obtenu contenait 42,50 pour 100.

Il n'y a point eu formation de base volatile présentant les caractères de la conicine.

Après refroidissement, la potasse fut additionnée d'acide sulfurique en léger excès : il se dégage alors de l'acide carbonique. On retire ensuite par distillation de l'acide butyrique mélangé d'un peu d'acide acétique; le premier formé vraisemblablement par destruction du produit analogue à la conicine; la petite quantité du second résultant aussi bien de l'action oxydante exercée par la potasse pendant la fusion que de l'action exercée par l'acide sulfurique sur l'acide butyrique pendant la distillation. En un mot, sous l'influence de la potasse fondante, employée en grand excès, la pilocarpine se dédouble en méthylamine, acide carbonique, acide butyrique et traces d'acide acétique.

MINÉRALOGIE. — M. *L. Bourgeois* a fait des essais de reproduction de la wollastonite et de la méionite.

La différence entre ces cristaux artificiels, obtenus par fusion ignée, et leurs similaires naturels tient évidemment à ce que les conditions de formation ne sont pas les mêmes dans les deux cas, en effet, dans les volcans, la wollastonite et la méionite paraissent formées par sublimation de leurs éléments et non par fusion.

MATHÉMATIQUES. — M. *J. Bertrand* : Sur la théorie des épreuves répétées.

— M. *Hermite* : Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Appell* : Sur une classe d'équations différentielles linéaires binômes à coefficients algébriques.

— M. *J. Boussinesq* : Sur les intégrales asymptotes des équations différentielles.

— M. *Math. N. Vanecek* : Sur la génération des surfaces et des courbes à double courbure de tous les degrés.

GÉOGRAPHIE — M. *Eug. Guillemin* a dressé une carte du relief de la France, à l'échelle de 1/3 000 000. Ce travail est une réduction, par la photogravure, d'une carte au 1/800 000, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1878.

Nota. — M. F. Fouqué nous prie de signaler à nos lecteurs que ses articles sur la reproduction artificielle des minéraux ont été faits en collaboration avec M. Michel Lévy. C'est par erreur que le nom de ce dernier savant n'a pas accompagné celui de M. Fouqué au bas de ces articles. (*La Direction.*)

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [83]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 7 18 FÉVRIER 1882

ANTHROPOLOGIE

Les laboratoires et la crâniologie.

I

Il y a un an que, dans cette *Revue* (1), je publiai un premier article intitulé *des sciences anthropologiques* avec le projet de lui donner une suite afin de vulgariser quelques notions élémentaires sur cette science acclamée par les uns, décriée par les autres, exploitée parfois. Le temps ne m'a pas permis plus tôt de me tenir à moi-même ma promesse.

Dans ce second article, je parlerai un peu encore de l'anthropologie en général, mais davantage des laboratoires et de la crâniologie, deux sujets pleins d'actualité sur lesquels l'opinion pourrait s'égarer si l'on n'y prenait garde.

J'ai dit que l'anthropologie, prise dans son acception la plus large, avait un triple but : la connaissance du genre humain considéré comme le groupe zoologique le plus élevé du règne animal, celle des races considérées comme fractions naturelles de ce groupe et celle des agglomérations humaines telles que le hasard des événements les ont produites à la surface de la terre et j'ai ajouté, c'était le sujet de mon article, qu'elle faisait concourir à ce triple but tous les moyens possibles, toutes les sciences pouvant lui apporter des renseignements quelconques.

Parmi ces sciences viennent en première ligne l'anatomie ou étude des organes inertes, la physiologie ou étude de ces organes en fonction, et la pathologie ou étude des mêmes organes malades, lesquelles donnent lieu aux trois séries fondamentales de caractères qui distinguent plus ou moins l'homme des animaux et les races humaines entre elles. Les trois appartiennent à la fois à la médecine, à la zoologie et à l'anthropologie. En médecine, elles conduisent à l'art de guérir; en zoologie, elles font connaître purement et simplement les animaux et leurs rapports réciproques, quelles que soient les applications philosophiques ou pratiques qui puissent en dériver. Or l'anthropologie n'est qu'une branche détachée de la zoologie, un chapitre au même titre que celui qui concernerait un autre animal, mais un chapitre si considérable que chacun de ses alinéas, en particulier celui de la physiologie cérébrale ou mieux de la biologie des individus, des races et des peuples, y prend les proportions d'autant de monographies et que le tout devient une colossale encyclopédie.

Ce serait effectivement bien mal comprendre la tâche qui incombe à ceux des naturalistes qu'on appelle des anthropologistes, que de restreindre leurs recherches à l'homme inerte et de leur interdire les manifestations individuelles et collectives dites psychiques (Prichard), sociologiques et biologiques qui en sont la haute et véritable caractéristique humaine, manifestations qui, chez l'homme comme chez les animaux, ont donné lieu dans le même volume, sous la plume de Buffon, à une série admirable de tableaux, manifestations qui, tout récemment encore, ont donné lieu chez la fourmi et l'abeille à de si merveilleuses descriptions.

L'anthropologie comprend ainsi, comme je l'ai écrit dès les premières lignes de mon *Anthropologie,* à la fois l'homme physique et l'homme moral; j'aurais aussi bien pu dire l'homme social. Elle prend l'homme à son berceau dans le passé, nu, sauvage, n'émettant que des sons mal articulés, une brute peut-être vivant à la façon des singes anthropoïdes, et le suit se modifiant au physique et au moral dans ses races successives pour atteindre de nos jours le haut degré de perfection que résument ces civilisations qui font notre légitime orgueil. Procédant du simple au composé, de l'organe à la fonction, de la fonction à la manifestation exté-

(1) *Les sciences anthropologiques.* Leçon d'ouverture à l'École d'anthropologie. — *Revue scientifique* du 1er janvier 1881.

rieure individuelle ou collective, elle voit le changement physique s'opérer, puis l'acte, une simple réaction, des mouvements coordonnés par l'instinct, et s'élève aux volontés en apparence les plus spontanées, aux idées engendrées par le temps et fixées par l'hérédité accumulée, aux notions générales les plus abstraites, en un mot à l'ensemble des manifestations intellectuelles, à leurs mobiles et à leur division en faculté individuelle, faculté inhérente à la race, faculté liée à l'état social, faculté naturelle, faculté acquise, etc., c'est-à-dire à tout ce qui rentre dans le domaine de la psychologie telle que l'entendent, non les écoles anciennes, mais les écoles nouvelles qui n'admettent que l'observation directe, l'expérimentation et font tout dépendre des rapports du physique et du moral. L'anthropologie s'occupe de cette façon de l'individu, de la famille, de la race, de la société et de l'humanité qui se relient insensiblement et font partie de l'histoire naturelle de l'homme, par la même raison que ces questions aussi sont traitées lorsqu'il s'agit de l'histoire naturelle du chien, du castor ou de la fourmi. La psychologie, de même que la sociologie du reste, font ainsi partie de droit et de fait de l'anthropologie et en sont même l'une des portions les plus intéressantes. C'est ce que j'ai voulu rappeler à la Société d'anthropologie dans les quelques mots que j'ai prononcés à la séance d'installation du bureau de l'année 1881.

Mais, ainsi que le proclamait l'un de nos hommes d'État les plus éminents, chaque question doit venir à son rang. L'anatomie est la première étape vers la psychologie, la connaissance des races ou éléments constituants des peuples en est la seconde, la sociologie la troisième, la psychologie la dernière. Ce que ne veulent pas certains esprits qui sautent droit au but sans avoir parcouru le chemin qui y mène, sans s'être préparés au voyage, ou trouvent plus facile de disserter au sommet de l'édifice que de travailler laborieusement à sa base. Certes, il est des penseurs éminents qui ont débuté par des études de fond, qui les ont complétées par des observations personnelles et savent se garer de la métaphysique. Mais la plupart ne procèdent pas avec cette prudence, ils perdent rapidement le sol de vue et finissent par aboutir à un échafaudage d'hypothèses artistement combinées.

Non! l'heure de la psychologie n'a pas sonné; elle n'est que le couronnement des faits, il faut qu'elle attende que l'anatomie et la physiologie aient davantage avancé leur œuvre et que la sociologie ait apporté son contingent d'observations. Nous sommes mal débarrassés des méthodes du passé. En faire dès aujourd'hui l'un des objectifs immédiats de l'anthropologie, ce serait faire fausse route, aborder un terrain non préparé et retourner en arrière vers ceux qu'Aristote, il y a 2000 ans, qualifiait d'*anthropologues*. Gall, un homme d'une haute valeur, a voulu devancer l'heure avec ses localisations cérébrales. Voici le jugement que porte sur lui un esprit assurément supérieur. « Lavater, Cagliostro, Mesmer, dit-il, n'ont jamais été mon fait; j'éprouvais je ne sais quelle aversion pour eux et je n'avais garde d'admettre celui qui les continuait parmi nous. »

En seconde ligne, parmi les sciences que l'anthropologie met à profit, se placent donc celles qui contribuent à faire connaître les agglomérations humaines telles qu'elles se présentent en réalité à la surface du globe sous les noms de tribus, de peuples, de sociétés ou de civilisations, c'est-à-dire l'archéologie qui remonte au delà de l'histoire; la linguistique qui s'occupe des peuples actuels, mais intervient plus utilement sur les confins même de l'histoire; l'histoire proprement dite qui nous montre directement les peuples vivant et se manifestant, leurs origines, leurs mélanges, leurs migrations, leurs passions; la démographie qui opère le dénombrement de leurs parties constituantes à divers points de vue; la mythologie qui constate certaines de leurs manifestations intellectuelles sous une forme simple ou complexe; la géographie qui concourt à faire connaître leur répartition; et enfin l'ethnographie qui s'attache plus particulièrement aux mœurs, coutumes, industries, institutions, idées régnantes, etc. Ce dernier mot, toutefois, est habituellement pris dans un sens plus général comprenant toute l'histoire de ces peuples, leurs modes de formation, leurs traditions, leurs particularités physiologiques, leurs parentés pour aboutir aux grands phénomènes qui les relient, à ces grandes lois d'évolution ou de progrès qui intéressent toute l'humanité.

L'ethnographie devient ainsi la seconde partie de l'anthropologie; la première partie considérant l'homme et ses fractions d'un point de vue zoologique brutal; la seconde faisant la part dans l'évolution des peuples de ce qu'il y a de fatal, d'inhérent à la nature humaine, telle que le montre la première partie, et la part de l'influence des milieux, c'est-à-dire de l'éducation, du mode d'existence, de l'entraînement et des circonstances.

Bien d'autres sciences méritent d'être consultées et mises à contribution par l'anthropologie et en reçoivent, en retour, une certaine lumière. Tels sont au hasard le droit comparé, la musique, la sculpture, la littérature, l'écriture. A vrai dire, il n'est pas de chapitre de l'ethnographie qui ne puisse devenir l'objet d'une science spéciale. Exemples : l'habitation conduisant à l'architecture, la navigation, le vêtement, la cuisine, etc.

Il résulte de cette multiplicité d'aspects qui ne peut aller qu'en croissant, qu'en anthropologie, plus que dans toute autre science, la division du travail est de première nécessité. Sans doute quelques-uns devront centraliser les données apportées de côté et d'autre, et cette tâche revient de droit aux naturalistes dont la mission est de tracer l'histoire entière de l'homme et de ses fractions, comme ils le font, sans rien s'interdire, d'un animal quelconque, le chien, le cheval ou le renne, à l'état sauvage et à l'état domestique, au physique et au moral, dans le présent et dans le passé. Mais l'intérêt commande que chacun s'attache à une spécialité suivant son genre d'esprit et de connaissances. Les uns se consacreront à l'homme physique, aux types, aux races et à leur comparaison avec les animaux; les autres à l'homme social, aux peuples; d'autres à des sujets plus particuliers encore : les langues, les religions, l'histoire. Tous gagneront à ce can-

tonnement et y conserveront leur indépendance, leurs méthodes originales, leurs buts propres et c'est pourquoi j'ai plaidé en maint endroit en faveur de l'individualité de chacune des sciences dites anthropologiques, quoique par leur association elles concourent au même but.

Le linguiste, par exemple, n'a pas à s'inquiéter de l'usage qu'on fait de ses renseignements ou à se laisser influencer par ses voisins; il étudie à son gré la structure des langues, leurs modes de formation, leur parenté; il indique leur répartition chez les peuples qui les parlent actuellement et chez ceux qui les ont parlé jadis; il a même le droit de prendre les langues pour base d'une classification des peuples. L'anthropologiste accepte ses résultats sans examen, sans discussion et les adapte à son point de vue, sauf à protester et à mettre le linguiste en éveil si elles ne concordent pas avec ses propres résultats.

Il en est de même de l'ethnographe, il conserve sa liberté d'action; ses méthodes ne sont pas forcément celles de l'histoire naturelle, ou, si l'on préfère, des sciences naturelles; il a ses questions personnelles qu'il poursuit et dont le naturaliste n'est pas tenu de se mêler. Pour établir l'aire géographique de la coutume du tabou chez les Polynésiens ou de celle du scalp chez les Peaux-Rouges; pour constater les tribus éparses que réunit le même usage de la polyandrie ou de telle forme d'héritage; pour suivre à travers les âges l'institution de la famille depuis la promiscuité initiale jusqu'à sa forme perfectionnée de nos jours, il n'a pas besoin d'être médecin, ni naturaliste: de l'esprit d'observation et de coordination lui suffit. Sans doute il sera parfois arrêté et ne saura faire la part de la race, du milieu et des circonstances dans les phénomènes biologiques; il lui manquera certaines connaissances. Mais alors il va consulter le naturaliste, c'est-à-dire l'anthropologiste, ou lui abandonne son œuvre que celui-ci complète. C'est ainsi que dans l'industrie un objet n'acquiert son fini qu'après avoir passé par plusieurs mains.

Au sein même de l'anthropologie par excellence, de celle qui ne voit dans l'homme que l'animal sous ses différents aspects, de cette portion de l'histoire naturelle de l'homme que l'anthropologiste s'attribue à lui seul et à laquelle nul autre ne peut prétendre, la division du travail est nécessaire.

Je laisse de côté le rôle de centralisateur qui lui revient, les cas où, faisant intervenir les manifestations biologiques d'ordre psychologique ou sociologique et réunissant ses propres documents à ceux qui lui viennent de toutes parts, il plane et embrasse l'homme sous toutes ses formes. Je laisse même de côté le concours des physiologistes de laboratoire qui cependant est si considérable. Je m'en tiens à l'anthropologie physique, à celle qui note les caractères tangibles.

Les travailleurs se partagent en deux groupes : les voyageurs qui recueillent au loin, et les hommes de laboratoire qui étudient à tête reposée, munis de tous les instruments et de tous les moyens d'investigation.

Les voyageurs sont de deux catégories : ceux qui au préalable ont fait un séjour suffisant dans un laboratoire ou qui, médecins ou zoologistes, sont déjà familiers avec les exigences d'une observation rigoureuse et comprennent le langage et les méthodes prescrites par les instructions des sociétés d'anthropologie.

Ceux-là, autant que leur permet leur situation en voyage, rapportent des descriptions et des mensurations et doivent être regardés en quelque sorte comme des hommes de laboratoire. Malheureusement ils sont rares, très rares. Et ceux dont les renseignements sur les caractères physiques ne peuvent être acceptés que sous toutes réserves, qui s'étonnent facilement ou inversement laissent passer inaperçus des faits importants, mais qui, en revanche, sont très aptes à recueillir des documents sur les mœurs, coutumes, industries, caractères moraux, langues, toutes choses intéressant les races, c'est-à-dire la première partie de l'anthropologie, mais davantage les peuples, c'est-à-dire la seconde partie, l'ethnographie. Ces deux ordres de voyageurs, du reste, sont également à même de rapporter les pièces et objets nombreux qu'on leur demande et qui font la vie du laboratoire.

Les hommes de laboratoire, je n'ai pas à les définir. Le plus habituellement ce sont des hommes d'une grande activité, aimant la science pour elle-même, faisant du travail leurs heures de récréation, n'acceptant que ce qu'ils ont parfaitement vus, ne publiant qu'après une longue préparation lorsqu'ils se croient parfaitement sûrs, et d'autant plus réservés dans leurs inductions qu'ils ont plus d'expérience et connaissent mieux leur sujet. Tel était Broca. Il faut l'avoir vu à l'œuvre de ses propres yeux pour s'imaginer combien d'attention, de prudence, de patience il apportait à ses moindres travaux. Une erreur soupçonnée, il recommençait des séries entières de mesures ou d'expériences exigeant des huit et quinze jours. Combien de ses recherches n'a-t-il pas entreprises, sachant qu'elles ne seraient pas menées à bonne fin avant dix et vingt ans ! Dans la dernière année de sa vie, inaugurant son dernier travail, il nous disait : « Si je meurs, vous le continuerez, le dernier le publiera ».

A côté de ces fanatiques, de ces croyants à quelque chose, il y a les amateurs, les sceptiques, ceux qui touchent à tous les sujets et ne s'attachent à aucun; de prétendus élèves de laboratoire qui, pour ne parler que des cas extrêmes, y font une courte apparition, regardent çà et là, saisissent quelques conversations, touchent du bout des doigts quelques pièces, lancent un travail redondant et se disent anthropologistes, anatomistes, crâniologistes. De ceux-là on en voit par le monde, dans les salons, dans la presse, dans de gros et de petits livres qui vont jugeant, tranchant, critiquant et se posant en réformateurs. En tous lieux, dans toutes les sciences on rencontre de ces esprits, auxquels ne manque du reste pas l'intelligence; ils veulent recueillir sans semer; au fond c'est l'ambition qui les pousse, ils veulent percer. Si j'avais à esquisser une satire, je peindrais quelques-uns de ces *types,* du reste très variés, qui se cramponnent à l'anthropologie et à ses hypothèses les plus hardies : les uns dans le goût des précédents ou mus par un autre mobile;

d'autres, très honnêtes, très convaincus, mais poursuivis par une idée fixe; tel inventant et figurant des instruments dont il ne s'est jamais servi ou invoquant des mesures qu'il n'a pas su prendre lui-même; tel s'adressant aux chapeaux en place de crânes et classant les hommes par leurs pointures, système que Broca a condamné....., j'en passe. Plaignons-les, mais tenons-nous en garde, c'est par eux trop souvent que le public nous juge.

II.

Il existe à Paris deux laboratoires : l'un au siège de la Société d'anthropologie de Paris, dans les locaux de la Faculté de médecine, fondé en 1867 par Broca, rattaché à l'École des hautes études en 1868, et dont le personnel est indemnisé par le ministère de l'instruction publique. Et l'autre au Muséum, lié à la chaire de M. de Quatrefages. Je parlerai du premier qui, par ses relations avec l'École pratique de la Faculté de médecine, a pris l'extension totale que comporte un laboratoire d'anthropologie (1).

Qu'y fait-on? Le lecteur sourirait si je lui disais que ce n'est pas là qu'on s'occupe des caractères biologiques, sociologiques ou psychologiques, ou même des caractères pathologiques directement. On n'y songe qu'aux caractères physiques saisissables par le scalpel, la balance, le compas et le microscope, sur le cadavre, le squelette et le vivant, sur l'homme et les animaux, et aux inductions et synthèses qu'on en peut tirer à force d'accumuler des faits. Le champ en est si vaste qu'il y a de quoi assouvir l'activité la plus dévorante.

La première division du travail à y noter, car là encore il faut se partager la besogne, répond en effet à la division fondamentale de l'histoire naturelle de l'homme : la comparaison de l'homme avec les animaux et la comparaison des races humaines entre elles. Jetez les yeux autour de vous et partout, sous forme de pièces sèches, fraîches ou conservées dans l'alcool, de squelettes, de crânes ou de moulages, vous y verrez l'homme et les animaux, en particulier proportionnellement les singes anthropoïdes. Dans l'une des salles, celle consacrée à la dissection, on n'embrasse guère que l'embranchement des vertébrés dont l'homme par son cerveau, son squelette, ses muscles est le terme le plus avancé. Dans une autre, consacrée à l'embryogénie ou mieux à l'anthropogénie, on embrasse la série entière des êtres vivants. Ce dernier point de vue, si renommé parmi les Allemands, permettant mieux que tout autre de remonter aux premiers rudiments de ce qui plus tard sera l'homme, n'a pris l'importance qu'elle exige que depuis la mort de Broca. Mon illustre maître s'adonnait de préférence à la morphologie comparée.

Je n'insisterai que sur le genre de travaux qui concernent directement l'homme. J'ai dit que l'anthropologie physique se partage naturellement en deux rameaux : d'une part, l'anatomie, c'est-à-dire les organes internes tels que les muscles, les viscères, le cerveau, le squelette; de l'autre, le vivant, c'est-à-dire les caractères extérieurs comme les proportions du corps, les traits du visage, la forme des extrémités, la couleur de la peau et des yeux, la nature des cheveux. Les uns et les autres se subdivisent en caractères descriptifs et caractères anthropométriques au point de vue de la méthode de leur étude : les descriptifs s'exprimant par des mots, des phrases, des dessins et parfois des moyens arbitraires, les anthropométriques se mesurant et se rendant par des chiffres.

L'étude du vivant semble peu s'adapter aux ressources d'un laboratoire et cependant c'est l'une des parties qui y est le moins négligée. C'est à l'anthropométrie qu'on s'y livre de préférence. Pour ma part, j'en fais l'objet constant de mes préoccupations depuis que cette branche m'a été attribuée à l'École d'anthropologie. Les mensurations s'y pratiquent d'abord sur le cadavre entier des sujets de race étrangère qu'on y dissèque ou sur la tête séparée. L'un des derniers travaux de Broca fut une série de mensurations de têtes fraîches venant de l'École pratique, afin d'établir leur correspondance avec les mesures analogues prises sur le crâne : chaque tête fut moulée et le crâne conservé, ce qui nous laissa une double série curieuse. On mesure ensuite les sujets vivants : Chinois, Nègres, modèles de l'École des beaux-arts, monstruosités qu'on fait venir au laboratoire. Le plus souvent on se transporte dans les hôpitaux ou ailleurs, par exemple, au Jardin d'acclimatation où, grâce à l'obligeance de M. Geoffroy Saint-Hilaire, nous avons pu mesurer et observer les Nubiens, Gauchos, Lapons, Esquimaux et Fuégiens qui y ont séjourné.

Notre tâche, du reste, est moins d'observer et de mesurer le vivant par nous-mêmes que d'établir les procédés les plus avantageux et les plus exacts d'observation et de les enseigner aux voyageurs officiels ou particuliers, notamment aux

(1) Le laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études, fondé par Broca et ayant pour directeur actuel M. Mathias-Duval dont le cours d'embryogénie à l'École d'anthropologie obtient un succès si éclatant, ouvre ses portes, pour le dire en passant, ses collections, ses registres et sa bibliothèque à tout élève régulièrement inscrit. Aucun laboratoire en Europe, pensons-nous, ne se montre plus libéral. Tout travailleur y est chez lui, sous les seules conditions, bien entendu, de ménager les pièces rares et fragiles, de veiller à ce que ce qu'il dérange soit remis en place et de montrer quelque délicatesse.

Le dernier point, bien légitime cependant, n'est pas compris de tous, sans exception. Il y a quelque temps, par exemple, qu'un élève de passage, homme de plume et non de laboratoire, manifesta le dessein d'apprendre à mouler. On s'empressa de lui être agréable, et il arriva à mouler une main, je crois. Aussitôt il demanda à surmouler pour son usage personnel certaines pièces exceptionnelles, des moulages de cerveaux, faites et retouchées de la main seule de Broca, à chacune desquelles notre regretté maître avait consacré jusqu'à 15 et 20 jours de travail et qui représentaient autant de monographies inédites dont nous sommes les dépositaires, des exemplaires uniques qu'on ne peut remplacer et qu'un surmoulage par une main inhabile détériorerait. Naturellement personne ne voulut prendre la responsabilité d'accorder cette autorisation et l'on répondit qu'il en serait déféré au conseil. Sur ce, grand mécontentement de la part dudit élève qui prétend qu'on lui ferme les portes du laboratoire et ne perd plus une occasion d'en dire tout le mal possible.

Cette exception, hâtons-nous de le dire, est unique. Chacun au laboratoire sait et apprécie la libéralité avec laquelle tout est mis à la disposition des travailleurs sérieux.

médecins de marine, conformément aux instructions de la Société d'anthropologie. L'infortuné docteur Guiard, massacré avec la mission Flatters, s'exerçait encore la veille de son départ dans notre laboratoire. M. de Ujfalvy qui actuellement revient des hautes vallées du Cachemire, M. Georges Revoil, de retour du pays des Somalis auprès de la pointe d'Aden, le docteur Mugnier en ce moment engagé dans les mers de la Chine se sont préparés au laboratoire.

Un travail important s'y poursuit en ce moment : la préparation d'instructions nouvelles plus élémentaires. Celles qu'a rédigées Broca s'adressent aux anatomistes, mais ne répondent pas aux connaissances et aux besoins de la masse des voyageurs, des instituteurs et d'une foule de gens de bonne volonté qui se rangeraient volontiers à un appel de l'anthropologie. Les instructions nouvelles, répandues de tous côtés, auraient pour résultat de nous faire connaître la loi exacte de croissance des divers segments du corps et les différences qu'engendrent l'influence des milieux, l'hygiène, l'état de santé ou de maladie, les exercices gymnastiques, etc., travail déjà tenté par Quetelet, mais dans de mauvaises conditions et sur un trop petit nombre de sujets.

Au vivant se rattachent les nombreux moulages de têtes, de *bustes*, de mains, de pieds qu'on fait quotidiennement au laboratoire et dont la collection, portant sur toutes sortes de cas et toutes sortes de races, n'a certainement pas sa pareille dans aucun des laboratoires ou musées que je connaisse en Allemagne et en Angleterre.

On me demandera ici le cas que nous faisons de la photographie pour remplacer les descriptions et les mensurations. Elle en est un complément précieux, mais ne les remplace pas. Qu'un photographe ou un amateur soutienne qu'elle est excellente et répond à tout, je le comprends; mais s'il est tant soit peu au courant des besoins de l'anthropologie, il n'osera pas le répéter. La photographie ne donne que des projections centrales avec ses illusions d'optique. On y voit les traits en perspective. La plus faible inclinaison de la tête ou du corps en fausse les effets. La figure entière y est mal posée, la tête de trois quarts ou de deux tiers, elle est penchée ou trop relevée, le corps n'est pas symétrique. Jamais on ne fera qu'un sauvage se tienne convenablement, lorsque l'objectif est braqué sur lui. La photographie ne donne que des approximations de la forme et de la grandeur des yeux ou du nez, de la largeur du visage, de la position des pommettes, toutes choses que la distribution de la lumière et l'attitude atténuent, augmentent ou faussent complètement. Elle ne peut surtout en quoi que ce soit faire connaître les proportions du corps, avec une précision suffisante. Il existe un procédé emprunté aux Anglais, qui consiste à fixer un décimètre sur le bras, ou une règle graduée verticalement le long du sujet nu, avec lesquels on estime les proportions. Ceux qui prennent ce système au sérieux ne connaissent rien des difficultés de l'anthropométrie. Il ne faudrait pourtant pas pousser trop loin cette critique. En suivant certaines règles sévères, en pratiquant la chose scientifiquement, la photographie peut rendre des services réels. La Société en demande à tous les voyageurs qui se mettent à sa disposition et en possède une très belle collection : quelques milliers.

L'examen au microscope du cheveu se rattache au vivant. On sait en effet que le cheveu examiné à l'œil nu et au microscope fournit le premier élément de classification des races, le seul qui permette de réunir toutes les races jaunes en un même embranchement et toutes les races nègres en un autre, en laissant un troisième embranchement intermédiaire. Une mèche étant envoyée de Malaisie sans renseignement et soumise au microscope, on peut dire si elle appartient à un jaune ou à un nègre ou vers lequel elle tend. Le laboratoire est parfaitement installé pour cette étude et possède quelques milliers d'échantillons de cheveux de toutes provenances (1).

L'anatomie toutefois est la vraie spécialité du laboratoire. Grâce aux voyageurs et à la bonne volonté de ceux que je puis appeler sa clientèle et ses amis, les pièces fraîches n'y manquent pas. La dissection vient ainsi en première ligne et met quotidiennement en relief des faits que l'on ne soupçonnait pas il y a quelques années, et qui, se groupant, arrivent à projeter une lumière nouvelle sur l'histoire et les origines de l'homme. Il y a trente ans, malgré les travaux anciens de Semmering, de Tiedemann et d'autres, on enseignait au médecin, le seul qui s'occupât sérieusement d'anatomie humaine, que les organes étaient construits sur un type uniforme autour duquel pivotaient de simples variations individuelles. La même pensée se retrouvait en pathologie où la question des races ne s'était pas posée. C'était le pendant de la thèse admise par les artistes, à quelques exceptions près, que le beau est un et qu'il n'y a qu'un modèle de proportions du corps. Toutes ces manières de voir confirmaient la doctrine orthodoxe d'un couple primitif, si même elles n'en dérivaient directement.

Aujourd'hui grâce aux progrès principalement de l'anthropologie il est admis que, dans les arts, il y a plusieurs types humains, en pathologie des conformations différentes ou terrains sur lesquels les maladies ne se développent pas de même et en anatomie, des diversités plus ou moins marquées, constantes d'une race à l'autre. C'est à la tâche de découvrir ces différences internes que se consacre le laboratoire d'anthropologie, travail du reste poursuivi laborieusement sur plusieurs points de l'Europe.

Il y a quelques années aussi, on rangeait sous le titre d'*anomalies* une multitude de singularités remarquées sur le corps du blanc d'après lequel se faisait l'anatomie. Ces anomalies ne sont plus vues sous le même aspect. Plus fréquentes dans les races inférieures, certaines, peut-être constantes dans les plus inférieures, elles ont pris le nom de *réversions*. Ce sont des reproductions de conformations semblables et normales chez tel et tel animal, des réminiscences d'un état lointain par lequel a passé l'organisation avant d'atteindre son état présent.

Toutes les parties internes du corps présentent de ces différences suivant les races et de ces ressemblances avec les

(1) Voir l'article cité : *les sciences anthropologiques*, dans la *Revue scientifique* du 1er janvier 1881.

animaux. Les muscles en fournissent un contingent considérable, et sont, pour ce motif et pour d'autres, l'objet d'une attention toute particulière au laboratoire. La comparaison de la disposition des muscles se transformant du carnassier au singe, du singe à l'anthropoïde, de l'anthropoïde au nègre, du nègre au blanc, semblables pour le fond, variés en apparence pour s'adapter rigoureusement aux fonctions modifiées à remplir, conduit aux aperçus philosophiques les plus merveilleux. Je me souviens toujours d'une leçon de Broca, l'année même de sa mort, sur les muscles du tronc chez les hommes et les animaux, à la suite de longues et laborieuses recherches faites au milieu de nous. C'était la plus belle page que Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire ou Darwin eussent pu écrire.

Le cœur, les poumons, les artères, l'intestin se prêtent aux mêmes recherches, aux mêmes considérations et montrent l'unité d'organisation dans le tout, la diversité secondaire de type, et l'adaptation aux besoins dans chaque espèce. Broca, et son second dans ce genre d'étude, M. Chudzinski, premier préparateur du laboratoire, ont fait de ce côté d'importantes découvertes.

Mais ce qui depuis vingt ans était l'objet de prédilection de Broca, et on peut dire de tout le laboratoire, c'est le cerveau. Le nombre de mémoires qu'il a publiés sur le sujet, de documents et de matériaux qu'il a laissés inachevés et de pièces préparées par lui dans cette voie est vraiment considérable. Beaucoup n'ont vu au siège de la Société d'anthropologie dans l'étroite galerie qui conduit à la salle des séances que les crânes et leur aspect dramatique. Ce n'est pas là que sont les richesses dont elle a le plus de droit de s'enorgueillir, mais à côté, dans quelques vitrines du musée qui n'attirent pas le regard. Là, se trouve la collection personnelle de Broca, celle que toute l'Europe savante connaît: ses moulages de calotte crânienne donnant coloriés les rapports topographiques de la surface externe du cerveau avec la surface externe du crâne, ses moulages de circonvolutions cérébrales chez des individus de tous âges, de toutes races, chez des microcéphales, des fœtus, chez des aliénés, des sujets connus, chez des animaux de toutes sortes parmi lesquels bien entendu les anthropoïdes. Dans une autre salle, dans des bocaux, sont les originaux dans l'alcool, le cerveau de Gall, celui d'Asseline, celui d'Assezat, celui de Menesclou l'assassin, de Provost le sergent de ville, d'Ataï le chef de la dernière insurrection néo-calédonienne, du sorcier qui soufflait la révolte, ceux des Esquimaux récemment morts à Paris. Voilà ce que les anthropologistes de fait voient de suite, comprennent et apprécient. La cavité cérébrale, dont nous mesurons la capacité nous-mêmes, sans faire de choix dans le sens de l'idée que nous voulons exposer, avec le seul désir de savoir la vérité et de la faire connaître dans toute sa réalité, ne vient comme intérêt qu'après le cerveau. Ces cinq cents crânes d'aliénés qui précisément sont rangés à côté des cerveaux naturels disparaissent pour nous devant cette collection vivante de Broca (1).

Après les études anatomiques sur les muscles, les vaisseaux, les viscères, le cerveau viennent logiquement, dans tout laboratoire d'anthropologiste pourvu de collections, les études sur le squelette, chez l'homme et chez les animaux, mais particulièrement chez le premier, bien entendu.

Sous ce rapport les collections du laboratoire d'anthropologie, de l'École d'anthropologie et de la Société d'anthropologie réunies sous le nom de *musée Broca* ne laissent rien à désirer. Il possède environ 100 squelettes montés, 8 d'anthropoïdes et une foule d'animaux divers, non compris les os plus ou moins complets d'environ 200 squelettes renfermés dans des boîtes et dont les travailleurs seuls connaissent l'existence. Croira-t-on avec cela que nous n'étudions pas le squelette? Pour ma part, j'ai pu réunir environ 200 squelettes, une première fois par un travail sur « les anomalies de nombre des pièces de la colonne vertébrale et de ses annexes », fait à l'occasion d'un squelette à onze paires de côtes, que j'avais présenté à la Société d'anthropologie. Une seconde fois, j'ai pu mesurer 300 squelettes montés pour établir les proportions du corps dans ces conditions, travail dont je n'ai encore eu le temps de publier que la première partie « sur les proportions du tronc suivant l'âge, le sexe et les races ».

Nous ne possédons cependant pas autant de squelettes complets et montés que nous voudrions, par la raison que la récolte n'en est pas aussi facile par les voyageurs que celle des crânes isolés. En revanche, nous avons la qualité et l'authenticité ; la plupart proviennent de sujets disséqués par nous, dont nous avons les bustes, souvent les mesures prises sur le cadavre entier, et presque toujours un album des vaisseaux, muscles et viscères, dessinés couche par couche à mesure que la dissection en était terminée.

Le crâne fait partie du squelette et, à ce titre déjà, doit être étudié. Il est largement représenté dans nos musées et précieux à bien des points de vue. Le musée Broca en renferme au delà de 5000; c'est, avec celui du Muséum et celui du Hunter réuni à celui de Bernard Davis, le plus riche du monde. Il s'en forme beaucoup de semblables en Allemagne, mais aucun n'en approche. Il en résulte que l'étude du crâne a pris, en France, une importance considérable, du reste très légitime sous le nom de crâniologie, l'importance d'une branche quelconque de la science se mesurant autant à l'ardeur de ses adeptes qu'à la quantité des matériaux dont ils disposent.

J'ai donné la première raison du succès de la crâniologie. Les cadavres de race exotique à disséquer n'abondent pas, bien que les étrangers soient de ceux que la famille réclame le moins dans les hôpitaux. L'envoi du Gabon ou de la Nouvelle-Calédonie, d'une tête ou d'un cerveau dans une boîte de fer-blanc, remplie d'alcool et soudée, exige beaucoup de soins. Les os d'un squelette se dispersent aisément. Les crânes, au contraire, se conservent indéfiniment dans de cer-

(1) Broca a notamment pesé environ un millier de cerveaux dans les divers hôpitaux qu'il a traversés, en totalité, par parties et en distinguant le côté. Un premier aperçu de ses résultats concernant le poids total du cerveau a paru dans le numéro du 15 janvier 1882 de la *Revue d'anthropologie*.

taines conditions ; ils sont rassemblés, en certains pays, dans des ossuaires que ne défendent pas trop les préjugés; ils sont peu encombrants pour le voyageur. D'où leur nombre dans nos musées. Cette quantité est du reste nécessaire. Que signifierait une observation prise sur un individu que le hasard met en votre présence au coin d'une rue, dans tel quartier, de telle ville; vous n'en conclurez pas s'il est grand et s'il a les yeux bleus que tous ceux que vous rencontrerez dorénavant seront grands et auront les yeux bleus? Non. Sur le vivant la valeur de vos conclusions sera proportionnelle au nombre sur lequel vous aurez dressé vos observations. Sur le crâne il en est de même. Par une méthode particulière, qui exige une grande réserve et une grande expérience, on peut suppléer au nombre par la considération du type ; mais alors même, il faut au moins trente à quarante crânes adultes et de même sexe. J'ai parlé de la distinction fondamentale des caractères physiques en ceux qui se décrivent et ceux qui se mesurent. Au crâne, ces derniers prennent le nom de caractères crâniométriques, c'est pour eux que le nombre des pièces est le plus nécessaire.

La seconde raison en faveur de l'étude du crâne, c'est que, seul avec les autres os du squelette, il nous fait connaître nos ancêtres les plus éloignés et les races éteintes depuis plus ou moins de temps, comme les Tasmaniens. Sans le crâne nous ne pourrions émettre que des hypothèses sur les races préhistoriques. Assurément par un système d'analyse délicate et de reconstitution, la crâniologie arrive à pressentir les types qu'elle n'a pas sous la main, de même que les linguistes remontent à la connaissance dé la langue primitive, mère des langues indo-européennes. Mais combien le moindre crâne confirmatif ne nous conviendrait-il pas davantage ! C'est avec de véritables reliques que le *crania ethnica* a élevé en France un monument à la crâniologie des races préhistoriques.

La troisième raison, c'est que les caractères étudiés sur le crâne par l'anthropologiste ont une valeur, une précision que ni les renseignements rapportés par les voyageurs ordinaires, ni les mensurations même habilement prises sur le vivant ne sauraient balancer. Sur le crâne les mesures corrigent les impressions ; sur le vivant elles ne valent pas toujours l'impression exprimée convenablement. C'est que sur le crâne les erreurs ou écarts individuels provenant des instruments, de l'éclairage ou des points de repère se réduisent à peu de choses, tandis que sur le vivant l'épaisseur et la dépressibilité variable des chairs, la mobilité de la peau, la difficulté de fixer avec le doigt les points de repère et les mouvements insensibles du sujet, rendent ces erreurs ou écarts relativement considérables. Il est de précepte, avons-nous dit, d'opérer sur un nombre suffisant de crânes ou de sujets. Mais sur le crâne on n'a pour objet que de parer aux variations individuelles qui existent toujours, quelque théoriquement pure que soit une race, tandis que sur le vivant il faut parer non seulement aux variations individuelles, mais encore aux erreurs ou écarts en sens divers provenant de l'opérateur, ou de la difficulté même de l'opération.

Enfin, et c'est la meilleure raison, c'est que le crâne donne à côté de caractères confus, incertains, qu'il faudra rayer par conséquent, un certain nombre de caractères excellents qu'il ne s'agit que d'interpréter et d'associer à d'autres. Ce n'est pas en ne pratiquant pas soi-même et jugeant par quelques conversations intimes çà et là ou quelques discussions à la Société d'anthropologie qu'on peut juger de la crâniologie. Dans toutes les sciences il y a des points conquis et d'autres où l'on combat; on ne parle plus des premiers, les gens du monde ou ceux qui ne connaissent le sujet que par ouïdire ne voient que les seconds. Broca a publié quelques-uns des résultats que lui a donnés la crâniologie, mais il avait à peine commencé; les registres où sont consignées toutes ses observations depuis vingt ans n'ont pas encore vu le jour. Ses recherches sur l'anatomie comparée et le cerveau absorbaient tout son temps. Leur publication est un devoir que j'aurai à remplir par parties successives à mesure que le temps, à moi-même, me le permettra. Je commencerai sans doute par certains caractères de la face que leur valeur place à côté de plusieurs de ceux que Broca a déjà fait connaître. J'aurai aussi à traiter du cubage de la capacité crânienne, sur laquelle on fait reposer aujourd'hui tant de propositions qui ne doivent pas être admises avec autant d'aisance.

Il est une dernière raison du succès de la crâniologie que je ne puis taire. De toutes les parties de l'anthropologie physique il n'en est pas qui passionne plus vite les commençants. Elle leur semble simple ; ils ne conçoivent pas que là comme partout il faut une initiation progressive, ils s'imaginent qu'ils vont dépasser les maîtres et qu'ils voient ce qui leur a échappé; les uns pèchent par excès d'enthousiasme et de confiance, les autres, par une réaction exagérée, par excès de scepticisme. La crâniologie est comme toutes les sciences : elle a ses succès et ses déboires; il y faut de la mesure comme partout, de la persévérance, une connaissance générale des lois anatomiques et biologiques; il y faut surtout savoir travailler beaucoup pour obtenir peu. C'est ce que ceux qui aiment à récolter de suite et sans peine n'admettent pas volontiers.

III.

La crâniologie n'est pas, comme on l'a dit dans cette *Revue,* de date récente. Elle n'a rien de vague, comme l'impression en a pu naître dans l'esprit du lecteur. Elle a son passé, ses écoles, ses luttes; elle sait où elle va, les résultats qu'elle peut donner; elle a ses méthodes, son champ déterminé. En trois mots, voici ce qu'elle représente.

L'anatomie se partage, suivant le système sur lequel elle porte, en ostéologie ou étude des os, splanchnologie ou étude des viscères, névrologie ou étude des nerfs, etc. L'ostéologie, à son tour, se divise arbitrairement en étude des os, des membres, étude du bassin, du tronc, de la tête. Une seule de ces parties mérite d'être prise à part et, en raison de son importance, prend un nom à part; c'est la crâniologie. Ces divisions et les dénominations qui leur correspondent sont prises dans deux sens très différents : l'un,

général, embrassant la totalité du règne animal ou la totalité des animaux vertébrés, les seuls possédant un squelette interne; l'autre, spécial, concernant chacune des espèces ou des genres zoologiques. C'est ainsi qu'il y a une anatomie, une ostéologie, une crâniologie propre au kangourou, une autre propre au chien, à l'anthropoïde ou à l'homme, et une anatomie générale, une ostéologie générale, une crâniologie générale ou comparée.

Toutefois, l'usage souverain a fait que le mot de *crâniologie*, employé seul, désigne l'étude du crâne humain, par la seule raison que celui-ci donne lieu à infiniment plus de travaux et de considérations que le crâne du kangourou, du chien ou de l'anthropoïde.

Ainsi entendue, la crâniologie n'appartient pas plus à la médecine qu'à l'anthropologie ou à la zoologie qui, depuis Aristote, procède dans ses études de haut en bas, de l'homme aux animaux, et non de bas en haut, des animaux à l'homme, comme il serait plus logique. Elle est à tous, chacun y étudie les os un à un d'abord, leur mode d'union et les cavités et formes d'ensemble auxquelles ils donnent lieu : la face d'une part, la boîte cérébrale de l'autre. A ce moment seulement commencent les divergences, chacun songe à son point de vue : le médecin cherche les applications à l'art de guérir, à la chirurgie, à la résistance aux fractures; le zoologiste ne s'inquiète de l'homme que pour mieux connaître les animaux, l'anthropologiste ne s'occupe des animaux que pour mieux connaître l'homme.

Au point de vue des méthodes d'étude, la crâniologie se divise en deux parties : la crâniologie descriptive, donnant lieu aux caractères descriptifs, et la crâniométrie, donnant lieu aux caractères crâniométriques. La première ne sera pas confondue avec la *crânioscopie*, mot employé par Gall comme synonyme de diagnose des bosses du crâne et aujourd'hui pris en mauvaise part. La seconde est l'application de procédés de précision à la détermination de certains caractères crâniens, de tous si c'était possible. Je donnerai un rapide aperçu de leur histoire.

La crâniologie remonte à André Vésale, sinon à Galien, et, dans ses applications à l'anthropologie, était déjà constituée à l'état de science distincte à la fin du siècle dernier, avec Blumenbach. Bien avant la fondation de la Société d'anthropologie de Paris, la première constituée, elle a donné lieu à des travaux importants. Parmi les plus remarquables, je citerai les *Decades craniorum* de Blumenbach, à Gœttingue; le *Crania americana* et le *Crania egyptiaca* de Morton, en Amérique; le *Crania selecta* de Baer, à Saint-Pétersbourg; le *Crania germanica meridionalis* d'Ecker, le *Crania helvetica* de His et Rutimeyer, le *Crania britannica* de Thurnam et Davis. Il y a des écrivains qui parlent haut de la crâniologie et qui ignorent cela.

La crâniométrie, en particulier, remonte fort loin. La première idée en a été émise par Bernard de Palizzi, en 1550; le premier essai, tenté par Spiegel, en 1600; la première application à la comparaison de l'homme et des animaux, par Daubenton, en 1764; la première méthode complète de mensurations, par Camper, en 1791, dont la postérité n'a retenu que la moindre partie, le fameux angle. Une école de crâniométrie florissait à Édimbourg vers 1805; deux prenaient naissance vers 1838, l'une avec van der Hœven, à Leyde; l'autre avec Morton, à Philadelphie. Le rôle de Broca, de 1859 à 1880, n'est pas d'avoir fondé la crâniométrie, mais de lui avoir imprimé une impulsion vive et une direction pratique, d'y avoir introduit l'esprit de précision qui était sa caractéristique, d'avoir perfectionné ses procédés et son instrumentation, d'avoir proclamé la nécessité de ne procéder que sur des séries en nombre suffisant et, par-dessus tout, d'avoir opposé la crâniométrie à la méthode descriptive, comme moyen de résister à l'envahissement de la science par la fantaisie.

Les *Instructions crâniologiques* de Broca, ses innombrables publications et sa célèbre discussion avec Pruner-Bey, en 1868, en font foi.

Les matières traitées dans la crâniologie *anthropologique*, épithète que nous ajoutons ici une seule fois pour toutes, peuvent se ranger sous quatre têtes de chapitre : le premier, zoologique, où l'on cherche les traits de ressemblance et de dissemblance avec les animaux; le second, ethnique (terme que nous employons faute d'un autre), où l'on cherche les différences entre races; le troisième, biologique, où se déterminent le rythme d'accroissement des diverses parties du crâne et les variations résultant d'un vice quelconque de son développement; le quatrième, pathologique ou sub-physiologique, où se relèguent les cas tératologiques, les déformations et les anomalies réversives.

Je ne m'arrêterai pas à la crâniologie descriptive; je ne puis entrer dans les détails qu'on indique de cette façon et dire que telle ou telle forme de front fuyant caractérise telle ou telle race; que telle courbe du vertex ou de l'occiput fait reconnaître telle autre race; que les sutures de la voûte sont simples ou compliquées et se ferment d'avant en arrière ou d'arrière en avant dans les races inférieures ou supérieures. Je passe de suite à la crâniométrie qui la remplace avec avantage chaque fois que c'est possible; je m'efforcerai de ne pas être technique.

Les méthodes personnelles, comme celles de la triangulation de Welcker ou de la division du crâne en longitudes et latitudes d'Antelme, y abondent. Les plus classiques se réduisent à quatre. Dans la première, on choisit un point central anatomique et physiologique, comme le bord antérieur du trou occipital, ou commode comme le point le plus reculé de la boîte crânienne, ou bien une ligne comme la bi-auriculaire allant d'un trou auditif à l'autre, ou la naso-basilaire qui est la corde de l'arc que forme en avant et en bas le corps des trois vertèbres dont est formé le crâne dans la théorie d'Oken et de Gœthe; et on leur rapporte toutes les mesures droites, courbes ou angulaires propres à montrer les proportions que telle ou telle partie du crâne cérébral ou de la face prennent suivant les âges, les sexes, les races et les circonstances.

Dans la seconde, imaginée par Camper et excellente, on oriente le crâne suivant certaines règles, de façon que son attitude corresponde exactement à celle de la tête sur le vivant

et on prend toutes les projections orthogonales jugées intéressantes dans l'un quelconque des quatre plans réciproquement perpendiculaires entre lesquels le crâne peut être inscrit. C'est ainsi, par exemple, que se mesure le mieux le prognathisme, la hauteur de la tête, de la face.

Dans le troisième, on prend le crâne à la façon d'un corps quelconque, sans se préoccuper de lui donner une attitude particulière et on le mesure : 1° dans son ensemble ; 2° dans sa partie faciale; 3° dans sa partie cérébrale ; 4° dans le détail intime de ses parties. On obtient ainsi des diamètres, des circonférences, des angles que l'on examine dans leurs chiffres absolus ou que l'on compare deux à deux en établissant des indices ou rapports. Ce dernier procédé, très usité, repose sur le fait que les crânes diffèrent de volume et appartiennent à des sujets de tailles différentes et que c'est la relation de deux ou plusieurs facteurs qui constitue le caractère, par exemple la forme du visage, plutôt que les dimensions absolues de la partie examinée. On ne saurait s'imaginer à combien de combinaisons ces comparaisons donnent lieu. Soit la largeur du front en bas : on pourra la comparer à la largeur du front en haut ou à la largeur maxima de la boîte crânienne dans la région pariétale; ce qui conduira à un aperçu du développement relatif des diverses parties sous-jacentes des lobes antérieurs du cerveau et de leur développement par rapport aux lobes postérieurs dans leur plus grande largeur. Mais la largeur du front en haut intervient dans la constitution du visage et à ce titre peut être comparée à la largeur de celui-ci au niveau des pommettes ou des angles de la mâchoire.

C'est à cette méthode que se rattache le cubage des diverses cavités et en première ligne de celle qui renferme le cerveau. Ce cubage fait d'abord naïvement avec de l'eau, puis avec du sable, de la graine de moutarde, du millet, du petit plomb, enfin régularisé jusque dans ses moindres détails par Broca, reste une opération délicate qu'il importe d'avoir pratiquée soi-même avec attention, pour pouvoir parler de ses résultats, d'une haute valeur ou absolument illusoires.

Les mesures ou les indices qu'elles donnent étant obtenus sur une série de crânes, comment en tirer parti? Soit l'indice céphalique, je prends l'exemple le plus vulgaire, ou rapport de la largeur maxima du crâne cérébral à sa longueur antéro-postérieure maxima, celle-ci = 100. Il y a deux façons de l'étudier : l'une, synthétique, un peu brutale, mais commode dans le langage courant et vraie, est appelée la méthode des moyennes : on additionne toutes les mesures individuelles et on divise leur total par le nombre de sujets mesurés. L'autre, analytique à divers degrés, suivant qu'on veut pousser l'examen plus ou moins à fond.

Supposons une série de 100 crânes dont la moyenne serait de 78,0. En réalité, les indices s'y disperseront de 74 par exemple à 82, il importe de savoir dans quelles proportions. Les uns se répartiront de 77 à 80, les autres au-dessus, les autres au-dessous. De là trois groupes que Broca a distingués en brachycéphales ou crânes courts au-dessus de 80, dolicocéphales ou crânes longs au-dessous de 77 et mésaticéphales ou crânes intermédiaires.

Mais, dans la pratique, ces divisions se sont montrées bien vite insuffisantes et il a fallu couper les deux groupes extrêmes ; ce qui a fait 5 divisions. C'est un degré d'analyse plus avancé.

Dans beaucoup de cas ce n'est pas encore assez : on a besoin de savoir si les variations autour de la moyenne ou du maximum de fréquence se font avec régularité et s'il n'y a pas deux maximum de fréquence, par conséquent deux centres de variations, ce qui produit une intrication de chiffres souvent très confuse. Pour cela on prend l'unité pour module et l'on dit : à 74 il y a 1 cas, à 75 4 cas, à 76 10 cas et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive à l'indice où il y en a le plus, à la suite duquel la fréquence décroît peu à peu.

Telle est la méthode de la sériation quotidiennement employée par nous et que j'ai défendue. Elle date de Quetelet en 1846 et a été répandue en France en 1863 par le docteur Bertillon (1).

Son complément, c'est la méthode graphique dans laquelle, à l'aide de ces chiffres de fréquence, on dessine une courbe ascendante, puis descendante, qui parle aux yeux. Il y a vingt façons de figurer des courbes ou des représentations équivalentes, et chacun peut en inventer de nouvelles à sa guise.

Avant de passer outre, remarquons que le maximum de fréquence donné par la sériation et la moyenne arithmétique se correspondent sensiblement. L'intérêt de la sériation n'est donc pas là, mais dans les deux courbes croissantes ou décroissantes qui y aboutissent. Dans une série de crânes composée d'éléments différents comme des hommes et des femmes, deux races ou des individus de même race, appartenant à des familles dans lesquelles les facultés intellectuelles sont inégales, il pourra y avoir deux maximum de fréquence, deux sommets et, dans les lignes indiquant les variations, des irrégularités très fortes.

Enfin, il y a des anthropologistes qui vont plus loin dans la voie de l'analyse et qui pratiquent l'ordination, c'est-à-dire qui tiennent compte des décimales ; ce qui allonge démesurément la sériation. C'est la méthode que Broca employait le plus pour son usage personnel dans son cabinet.

Ces deux méthodes, l'une des moyennes et l'autre de la sériation ou de l'ordination complétée par la méthode graphique, répondent à des indications différentes de la crâniométrie et y sont également utiles (2).

Le complément de la crâniologie, c est la représentation des

(1) Pour ma part, c'est en 1872, je crois, que j'ai fait la première application de la méthode de la sériation à l'anthropologie, puis en 1873, 1874, notamment dans les mémoires ci-après : *Du prognathisme alvéolo-sous-nasal* in *Revue d'anthrop.*, 1872, p. 654. — *Des autres prognathismes* in *Revue d'anthrop.*, 1873, p. 75 et 363. — *De l'angle facial de Camper*, in *Revue d'anthrop.*, 1874, p. 208. — *Étude sur la taille*, in *Revue d'anthrop.*, 1876, p. 56 et 59, etc.

Dans le même recueil, dès le premier volume de 1872, se voit, p. 35, un important mémoire sur l'*Indice nasal* dans lequel Paul Broca en fait largement usage.

(2) Voir, à titre d'exemple récent, des résultats donnés par la méthode si répandue de la sériation : *Bull. Soc. anthrop.*, p. 38, etc., 1880; sur les races françaises, anciennes et nouvelles, par M. Topinard.

crânes. Elle est partielle lorsque, par exemple, avec la lame de plomb on se borne à reproduire l'une des courbes du crâne, ou générale. Celle-ci comprend la photographie, le dessin avec ou sans mise au carré, la stéréographie et les moulages. En Allemagne, on en est resté au dessin avec mise au carré. En France, grâce aux instruments incomparables inventés par Broca, nous ne faisons que de la stéréographie, c'est la perfection.

La crâniologie ainsi pratiquée aboutit à la constatation de caractères d'ordres divers que je réduirai ici à cinq : 1° les caractères zoologiques qui distinguent le crâne humain du crâne des animaux, comme le volume de la cavité crânienne en totalité ou de ses loges frontales prises à part, lié à la plus haute caractéristique de l'homme, celle qui lui a fait donner par Linné le nom de *homo sapiens ;* comme encore le volume des apophyses mastoïdes et de l'inion et la situation du trou occipital en rapport avec l'attitude bipède.

2° Les caractères sériaires ou hiérarchiques. Ce sont des caractères zoologiques qui, après avoir subi une atténuation forte en passant des animaux à l'homme, se continuent plus ou moins prononcés de manière à échelonner les races suivant une série graduée, s'élevant du nègre le plus inférieur au blanc le plus supérieur. Exemple : le prognathisme, l'inclinaison du plan du trou occipital, l'angle facial.

3° Les caractères physiologiques, c'est-à-dire se rattachant à une idée physiologique, telle que la doctrine des trois vertèbres crâniennes d'Oken, l'étendue des insertions du muscle temporal, le plus important des masticateurs en rapport avec le degré de bestialité de la race d'une part et le volume du maxillaire inférieur de l'autre.

4° Les caractères harmoniques, c'est-à-dire subordonnés à d'autres. Ils sont très nombreux, tels sont la forme allongée de la mâchoire inférieure subordonnée dans une certaine imite à l'étroitesse du crâne et par conséquent à sa forme également allongée ; la largeur du front, toutes choses égales, plus étroite dans les crânes longs, plus large dans les crânes courts ; l'étroitesse de la face concordant avec son accroissement de longueur, l'aplatissement du nez avec son élargissement.

5° Les caractères empiriques, souvent excellents, qui n'obéissent en apparence à rien de rationnel. Exemple : les orbites basses ou hautes, quadrilatères ou rondes. C'est dans ce groupe que rentrent de préférence les caractères recherchés sur le crâne par la mensuration pour avoir la clef d'une impression ou d'un caractère plus ou moins déterminé recueilli sur le vivant.

Je m'arrête, je n'ai pas la prétention, en aussi peu de pages, de donner même un aperçu du chemin déjà parcouru par la crâniologie, de ses acquisitions depuis vingt ans, de la part qu'y ont prise Broca et la Société d'anthropologie, les auteurs du *Crania ethnica* et le Muséum, et des résultats parallèles obtenus en Allemagne, en Italie, en Russie, en Angleterre, aux États-Unis et jusque dans l'Amérique du Sud. Un obstacle, jusqu'ici, a retardé ses progrès : le défaut d'entente et d'uniformité dans les méthodes et procédés fondamentaux. Bientôt, semble-t-il, cet obstacle sera levé. L'Amérique, l'Angleterre, la Russie sont d'accord ; il ne s'agit plus que de rallier l'Allemagne qui déjà présente des symptômes meilleurs, car dans la science il n'y a point de nationalités, du moins la France généreuse et libérale le soutient. Alors seulement, lorsque la fumée sera dissipée, on pourra dresser le bilan des points conquis et les irréguliers de la presse pourront nous poser la question : où en êtes-vous et dans quelle direction à présent vous portez-vous ?

Ce que j'ai voulu ici montrer surtout, c'est que l'anthropologie aujourd'hui embrasse un horizon si vaste et qui ne peut que s'étendre qu'il faut se résigner à y diviser le travail, chacun choisissant la part qui lui convient suivant ses aptitudes et son genre de connaissances et y conservant sa liberté d'action, l'anthropologiste réunissant les renseignements et les faisant concourir à son propre but de synthèse. Dans ce concert, j'ai indiqué l'étroite alliance de l'ethnographie et de la sociologie, toutes deux s'occupant des peuples : la première s'attachant à leur répartition, leurs migrations, leurs coutumes, leurs industries ; la seconde à la filiation de leurs institutions et de leurs idées ; le rôle des voyageurs qui recueillent pour tous et celui des hommes de laboratoire qui s'attachent, le scalpel, la balance et le microscope à la main, au substratum de toute manifestation biologique, à l'organisation physique et par là s'élèvent à la connaissance des fonctions sous leurs divers aspects.

En passant, j'ai dû parler de la psychologie, qui découle de la biologie des peuples, des races et des individus, laquelle a pour fondement les notions anatomiques recueillies sur le cerveau et le crâne dans les laboratoires. En passant aussi, j'ai parlé de l'embryogénie, de la tératologie, des anomalies réversives et de la morphologie comparée, dont fait partie la crâniologie, lesquelles, associées dans un effort commun, conduiront un jour peut-être à la détermination de la généalogie de l'homme prématurément tentée en Allemagne.

L'anthropologie, en somme, frappe à toutes les portes, met à contribution toutes les sciences d'observation, laisse à chacune son indépendance et ses méthodes, et se réserve *en propre* les recherches anatomiques et, dans une certaine limite, les recherches physiologiques et pathologiques qui se poursuivent dans les laboratoires sur le genre *homo* et sur ses races.

Qu'on ne vienne donc pas décrier ces laboratoires où se préparent et s'élaborent lentement, mais sûrement, les acquisitions réelles de la science. Le plus petit grain de mil y vaut mieux que les plus brillantes spéculations, non appuyées de faits authentiques et personnels, conçues, la plume à la main, dans le silence du cabinet, pour jeter de la poudre aux yeux ou satisfaire une manie.

A. Topinard.

ART MILITAIRE

Le tir rapide dans l'infanterie.

Chargement par la culasse. — Armes à répétition. — Magasins séparables. Mitrailleuses.

I.

LA RAPIDITÉ DU TIR.

Dans son *Traité de tactique générale*, Rustow a représenté par une image assez originale et qui est devenue classique l'influence de la rapidité du tir. « La question de temps, dit-il, importe beaucoup pour l'effet pratique du fusil d'infanterie comme pour celui de toute machine. En effet, une arme à feu idéale avec une trajectoire parfaitement droite et sans aucune dérivation, mais qui ne tirerait qu'un coup tous les quarts d'heure, ne pourrait tenir contre des arcs ou des frondes. »

Ce n'est pas là une simple conception théorique : l'histoire prouve la justesse de cet aperçu, car si nous remontons à l'origine des armes à feu, nous constatons que, malgré la force de pénétration de leurs projectiles, malgré l'effet moral produit par leur détonation, ces nouveaux engins ont eu quelque peine à détrôner l'arc et l'arbalète (1).

Et pourquoi ?

C'est d'abord parce que le mousquet était d'un maniement incommode et qu'il ne donnait pas une grande précision dans le tir à cause de l'irrégularité de calibre des balles, de la mauvaise confection de la poudre et de l'influence de l'humidité de l'air sur ses propriétés balistiques. C'est aussi pour beaucoup par suite de la lenteur du feu.

Un archer lançait une dizaine de flèches à la minute, l'arbalétrier pendant le même temps en tirait deux ou trois, et cela facilement, à l'aide d'un engin très portatif et très maniable, dont les effets étaient relativement puissants puisqu'on était à peu près sûr d'atteindre son ennemi à 200 pas et de percer sa cotte de mailles. Et pendant cette minute c'est à peine si le mousquetaire pouvait lancer une balle, avec un engin lourd, difficile à transporter, long à installer. Si bien que, si un mousquet dans un jour de bataille avait servi dix fois, c'étaient des cris d'admiration et un émerveillement qui nous paraissent aujourd'hui incroyables. Les mousquetaires suédois avaient pendant la guerre de Trente ans une réputation d'habileté remarquable, et pourtant beaucoup d'entre eux ne lançaient pas plus de sept balles pendant une bataille qui durait huit heures. Un coup par heure ! Dans le même temps, les archers avaient pu vider leurs carquois.

On conçoit donc que, dans une certaine mesure, l'infériorité puisse être aux armes qui ont les plus grandes qualités balistiques, s'il leur manque la vitesse. L'arbalète, qui était de beaucoup plus précise que l'arc, envoyait quatre fois moins de flèches dans le même temps, comme nous venons de le dire ; et c'est à cette circonstance qu'on attribue la défaite des arbalétriers genevois par les archers anglais à la bataille de Crécy (1346). C'est pour remédier sans doute à une telle cause d'infériorité que les Chinois avaient inventé des arbalètes à répétition, comme celle qui figure au musée d'artillerie de Paris : elle est munie d'un tiroir qui fournit vingt flèches l'une après l'autre.

Avec des mousquets ou des fusils aussi difficiles à charger que ceux qu'on employait au XVIIe et au XVIIIe siècle, et malgré les perfectionnements de détail qui furent introduits dans la construction de l'arme et dans sa manœuvre, on ne pouvait guère accélérer le tir que par des expédients du genre de celui qu'on employa lors de la guerre de Sept ans : les soldats sortaient des rangs pour tirer et y rentraient pour charger. C'est ce qu'on nommait feux de billebande (1756). Ou bien, comme le proposait le maréchal de Saxe, on se mettait sur quatre rangs et le chef de file, c'est-à-dire l'homme du premier rang, s'avançait, tirant et recevant successivement tout chargés les fusils des trois soldats placés derrière lui (1).

De tels moyens immobilisaient une partie de la troupe et étaient plus favorables à la justesse du tir qu'à sa célérité. Cependant on en était arrivé, au témoignage du prince de Ligne (2) à tirer de 4 à 5 coups par minute. Il trouva ce nombre insuffisant et proposa d'adopter le chargement par la culasse, ou mieux d'en revenir à lui, car les couleuvrines primitives, les fameux canons de la bataille de Poitiers étaient des tubes ouverts aux deux bouts et fermés tant bien que mal à l'arrière après l'introduction de la charge. On explique ce fait par la commodité qu'éprouvaient les constructeurs à fabriquer des tubes ouverts par les deux bouts, tandis qu'il pouvait être moins aisé de percer une âme dans une pièce métallique.

Le chargement par la culasse ne donna pas tout d'abord de bons résultats. Napoléon qui suivait avec intérêt les recherches entreprises à ce sujet par l'armurier Pauly s'exprimait ainsi sur cette question : « Des mécaniciens habiles ont fait des essais pour charger le fusil par la culasse ; les essais n'ont pas encore satisfait complètement à toutes les conditions, mais tout porte à espérer un bon succès des progrès que font les arts chimiques (?) et mécaniques ; lorsque les améliorations seront adoptées, le feu sera plus actif. »

Ce n'est pourtant pas du chargement par la culasse en lui-même que provient la rapidité du tir actuel, c'est de l'emploi de cartouches complètes, c'est-à-dire contenant à la fois, réunies dans une même enveloppe, l'amorce fulminante, la charge de poudre et le projectile, sans parler d'un lubrificateur destiné à graisser l'âme à chaque coup. Ces cartouches, il est vrai, n'ont pu être employées qu'avec le chargement

(1) Voyez à ce sujet une remarquable étude sur les *Armes à répétition*, leur historique, leur développement, leur construction, leur avenir. — Nous ferons de nombreux emprunts à cet ouvrage, qui est complet et de publication récente (Leipzig, août 1881).

(1) *Mes rêveries.* — Réimpression faite en 1877 (Paris, J. Dumaine) de l'édition de 1757, p. 66.

(2) *Fantaisies militaires* (1780), réimprimées en 1876 (Paris. J. Dumaine), p. 55.

Préjugés militaires (1780), réimprimés en 1875 (Paris, J. Dumaine) p. 29.

par la culasse; mais il faut bien dire aussi qu'on n'avait pas en vue leur adoption lorsqu'au siècle dernier et au commencement de celui-ci on étudiait ce mode de chargement : les deux découvertes sont donc indépendantes, quoique découlant l'une de l'autre.

Elles ont permis de donner un feu très « actif ». Les fusils actuels peuvent fournir un tir de 12 à 15 coups par minute, sans ajuster, il est vrai; mais il est tels cas où on a besoin de se défendre à bout portant, où on peut surprendre son ennemi à deux pas de soi : c'est le cas d'un assaut, d'une agression nocturne, etc.

Pour des circonstances de ce genre, il peut même être bon de pouvoir donner au feu une vivacité plus grande. C'est ce qui a inspiré l'idée d'employer soit des armes à canons multiples, comme sont les fusils de chasse, soit des armes à magasin, avec lesquels on a pu tirer jusqu'à 15 coups en 40 secondes.

Nous nous proposons d'indiquer les principales recherches faites pour accélérer le tir, de montrer le caractère particulier et la nature des progrès faits en ce sens, les difficultés qu'on a rencontrées en cherchant à aller trop loin dans cette voie et l'état actuel de la question en France.

II.

LE CHARGEMENT PAR LA CULASSE.

Avec les anciens fusils de munition, le soldat avait à prendre dans son fourniment une capsule, une cartouche contenant la poudre, une bourre et une balle, et il lui fallait placer la capsule sur la cheminée, déchirer la cartouche, en verser le contenu dans l'âme, mettre par-dessus la bourre et bourrer, placer enfin la balle et l'enfoncer avec la baguette. A ces mouvements nombreux s'en ajoutaient d'autres : on armait pour pouvoir coiffer la cheminée de la capsule, après quoi on ramenait le chien au cran de sûreté. On avait à retirer la baguette et à la remettre dans son canal. Enfin la crosse devait quitter l'épaule pour venir se placer entre les pieds du soldat au moment de la charge.

Cette manœuvre fatigante et compliquée fut bien abrégée par l'adoption du chargement par la culasse. Le déplacement de l'arme était fort diminué : la crosse n'avait plus qu'à aller de l'épaule à la hanche, la chambre de la cartouche était alors au niveau de la cartouchière. Il est vrai que la complication du mécanisme correspondait à la simplification de la charge. Il s'agissait donc d'établir si l'avantage balançait l'inconvénient? C'est le point sur lequel il y a eu longtemps désaccord.

L'idée du chargement par la culasse, en effet, n'est pas nouvelle : en 1757, le maréchal de Saxe la ressuscitait et la produisait à peu près ainsi : « Je veux que tous mes soldats aient des fusils avec un dé à secret : ils tirent plus loin, *se chargent plus vite,* le coup en est plus net et violent. Dans l'émotion que cause le combat, les soldats ne sont pas sujets à y mettre la cartouche sans l'avoir ouverte, ce qui rend beaucoup d'armes inutiles. Ils ne sauraient charger deux coups l'un sur l'autre, parce que la seconde balle n'y resterait pas. Ainsi les fusils ne sauraient crever comme ils font souvent.

« Je veux donc que les fusils de mes soldats aient un gros calibre avec un dé au fond; que les cartouches soient de carton, plus grandes que les calibres, pour qu'ils ne puissent pas, par distraction, les y faire entrer. »

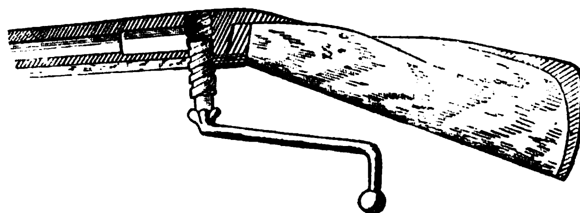


Fig. 1. — Amusette du maréchal de Saxe.

Ces *amusettes* dont quelques régiments firent l'essai étaient donc des armes chambrées (c'est-à-dire ayant une chambre à poudre de plus grand diamètre que l'âme), percées non pas dans le sens de leur longueur, mais perpendiculairement à l'axe, d'un trou fileté servant d'écrou à une vis dont la tige se coudait pour former sous-garde. En vissant à fond ou en dévissant d'une quantité convenable cette pièce de fermeture, on bouchait ou on mettait à découvert l'entrée de la chambre.

Ces armes, dit encore le maréchal, « se chargent aisément sans que l'on soit obligé de bourrer, ce qui devient d'une difficulté extrême dans la cavalerie. Outre cela, comme sont faites nos carabines, la baguette se perd..... »

A vingt ans de là, le prince de Ligne proposait, lui aussi, une arme se chargeant par la culasse, une sorte de fusil à clapet, autant qu'on en peut juger par les planches, attendu que le texte n'indique pas les dispositions de détail. L'auteur, avec sa désinvolture habituelle, se contente de dire qu'il y a de bonnes raisons pour qu'on prenne son invention.

« La première, c'est qu'on ne perd pas de temps à se servir de la baguette qui est souvent oubliée à l'exercice et tue ou blesse des soldats.

« La seconde, c'est qu'on peut tirer beaucoup plus de coups de fusil, puisque le canon se rafraîchit toutes les fois qu'on ouvre pour mettre la cartouche.

« La troisième, c'est qu'on ne peut pas en mettre plus d'une, ce qui évite les inconvénients qui font souvent crever des fusils même à l'exercice, à plus forte raison à la bataille.

« La quatrième, c'est *qu'on tire beaucoup plus vite.* »

Si vous vous imaginez qu'il y a de la complication ou du danger, ajoute l'auteur, faites comme moi : essayez.

On ne donna pas suite à ses propositions, on n'adopta pas davantage les fusils à la *Montalembert,* armes à tiroir dérivant de l'amusette et dont l'invention est attribuée par les uns à Carnot, et par les autres à Montalembert.

Tous ces projets ne purent être admis que du jour où on a eu l'idée de constituer la cartouche complète, contenant dans une même enveloppe, comme nous l'avons vu, l'amorce, la poudre et la balle. Il semble que l'honneur doive en être

attribué à un Allemand, M. Dreyse. En 1809, dit le capitaine Labiche dans son intéressante étude sur les *armes portatives* (1), il avait travaillé chez l'armurier Pauly, et, à son retour dans son pays, en 1824 ou 1825, il avait obtenu l'autorisation d'établir une fabrique de capsules à Sommerda, près d'Erfurt. Vers 1836, il imagina de placer l'amorce dans la cartouche même, ce qui évitait la peine d'amorcer.

Une pareille cartouche, se plaçant telle quelle dans la chambre, avait en outre l'avantage d'éviter presque toutes les causes d'irrégularité du tir dues au manque de soin que le soldat apportait dans le chargement par la bouche, soit en versant la poudre, soit en enfonçant la balle.

L'arme qu'il présentait pour employer cette cartouche était ce fameux fusil à aiguille que la Prusse se décida à adopter en 1841 pour l'armement de son infanterie, et qui a fait si brillamment et si bruyamment ses preuves : en 1848 contre les insurrections saxonnes et badoises, en 1864 dans la question du Danemark, et surtout en 1866 dans la guerre contre l'Autriche. Et pourtant on fut sur le point de l'abandonner en 1846 à la suite d'expériences faites à Spandau.

Presque partout et notamment en France, on en était resté aux traditions du tir lent et méthodique : le cours de tir de *1862*, ouvrage alors réglementaire, s'exprime ainsi à ce sujet :

« A côté des avantages du chargement par la culasse, il existe un inconvénient qui ferait peut-être rejeter l'usage de ces armes, au moins pour l'infanterie, lors même que leur solidité et leur facilité d'entretien seraient reconnues incontestables ; c'est que leur tir est susceptible d'une grande rapidité, et il est à craindre que des soldats peu aguerris ne brûlent mal à propos trop de munitions et ne se trouvent hors d'état de répondre au feu de l'ennemi au moment le plus critique.

« Pour conjurer autant que possible ce danger, il faudrait doubler les approvisionnements et mener en campagne une quantité considérable de voitures et de chevaux. »

Aussi exigeait-on que dans les armes à chargement par la culasse présentées à la commission de tir de Vincennes, la capsule fût indépendante de la cartouche, disposition dont le but était de ralentir la charge.

Peu de temps après, l'expédition du Schleswig-Holstein, puis la brillante campagne de Bohême vinrent retourner l'opinion qui brusquement, brutalement même, se prononça pour le fusil à aiguille. On ne songea pas à regarder si c'était l'arme ou la manière de s'en servir qui avait assuré le succès : il fallait un fusil à aiguille, et nos troupes reçurent le chassepot. Toutes les autres puissances militaires transformèrent semblablement leur armement à la même époque : l'Autriche avait reçu une leçon dont tout le monde profita. Plus tard, on adopta même des culasses mobiles où l'armé se produisait automatiquement. C'était là encore une économie de temps, — petite, il est vrai, — et une économie de force.

(1) *Cours d'artillerie*. Paris, Delagrave, 1879.

III.

ARMES A RÉPÉTITION.

Quelques nations ont voulu aller plus loin et, en effet, pourquoi s'arrêter en chemin ? Après avoir triplé la vitesse du tir, on songea à la quadrupler par l'emploi d'armes à répétition.

Mais ici encore les objections de tout à l'heure se représentent. Voici bien des complications, voici tout un encombrement de pièces plus ou moins fragiles qui exigeront un entretien constant, qui se détraqueront. Et puis, le soldat aura la tentation de tirer, de tirer, de tirer toujours, si bien qu'il sera obligé de rapidement cesser le feu... faute de munitions.

D'autres inconvénients encore peuvent être cités, mais ceux-là sont inhérents au système lui-même : aussi faut-il en dire un mot.

On a construit des armes à répétition de deux sortes : celles où l'approvisionnement de cartouches est dans la crosse, celles dans lesquelles le magasin qui les contient est un tube parallèle au canon et logé en partie dans le fût de la monture. Les carabines Spencer et Henry Winchester peuvent être considérées comme les premiers types caractéristiques de ces deux catégories d'armes.

Les cartouches poussées par un ressort à boudin vers la culasse sont amenées en regard de la chambre lorsque le jeu du mécanisme en met l'entrée à découvert : le mouvement de fermeture a pour effet d'enfoncer la cartouche dans son logement.

Pour charger le magasin de la carabine Spencer il faut retourner l'arme la crosse en haut, enlever le tube qui contient le ressort à boudin, introduire une à une les cartouches

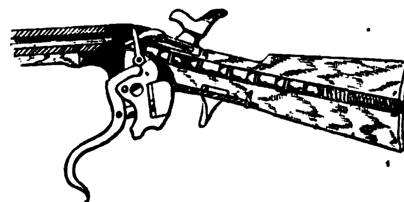


Fig. 2. — Carabine Spencer.

dans le magasin et remettre en place le tube, ce qui n'est pas toujours commode, les cartouches s'arc-boutant et se coinçant.

Le chargement de la carabine Winchester se fait plus aisément. Dans l'une des plaquettes qui couvre le mécanisme de culasse est pratiquée une ouverture par laquelle on peut introduire les cartouches la pointe en avant et les pousser vers la bouche. L'ouverture est fermée par un ressort-portière qui laisse entrer les cartouches, mais ne les laisse pas sortir.

Le magasin étant rempli, dans l'une et l'autre arme, le tir peut s'effectuer avec rapidité, à supposer que rien ne vienne entraver le jeu des appareils. Mais si on fait entrer en compte

le temps employé à charger le tube, on constate que la rapidité est inférieure à celle qu'on obtient avec des armes tirant coup par coup, comme le Gras, le Mauser, etc.

C'est ce qu'ont établi des expériences comparatives faites à ce sujet en France, avec un fusil de Beaumont et un fusil Vetterli à répétition, en Angleterre avec le fusil Martini Henry et le Winchester, qui est, par excellence, une arme de tir rapide, attendu qu'elle contient une douzaine de cartouches qu'on peut consommer en conservant l'arme à l'épaule, le maniement du mécanisme se faisant à l'aide de la sous-garde.

On économise donc grâce à cette disposition le temps nécessaire pour abaisser l'arme et la ramener à la hanche, puis pour remettre en joue, soit une demi-seconde environ. Qu'on y ajoute le temps nécessaire pour saisir la cartouche et la placer dans le tonnerre, et on trouvera que, pour chaque cartouche, l'économie est de près de quatre secondes, mettons même quatre et demie. On aura donc tiré les douze cartouches du magasin cinquante-quatre secondes environ avant d'avoir tiré douze coups avec le Martini Henry. Mais s'il faut une minute pour recharger le magasin, le Martini Henry enverra sa treizième balle avant le Winchester : l'arme simple se trouvera tirer plus vite que l'arme à répétition.

Il ne faut d'ailleurs pas songer à recharger le magasin une fois qu'il sera épuisé pour continuer le tir à répétition, surtout si l'engagement est dans son vif : il y a avantage à employer le tir coup par coup.

Aussi considère-t-on les cartouches du magasin comme une ressource du dernier moment, comme une réserve qu'il ne faut faire donner que pour une action décisive. Tout le reste du temps on emploiera le tir coup par coup. Avec le Winchester on introduit une nouvelle cartouche par le ressort portière, après avoir fait feu. Dans le Spencer, un dispositif particulier limite la course de la pièce de fermeture, lui laissant assez de jeu pour qu'elle découvre l'entrée de la chambre, ne lui en laissant pas assez pour qu'elle démasque le débouché du tube-magasin.

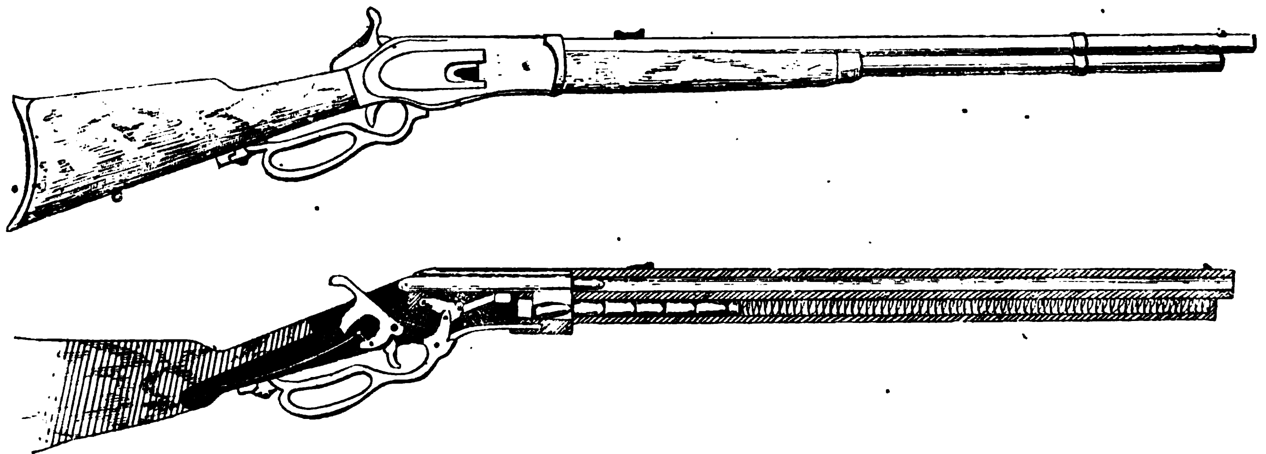


Fig. 8. — Carabine Winchester.

Mais le soldat résistera-t-il à la tentation de consommer le contenu de son magasin ? S'il garde toute la journée le magasin chargé, ce sera une surcharge, un surcroît de fatigue qu'il s'imposera. Sans doute sa charge totale est restée la même : les cartouches qui étaient dans sa giberne sont maintenant dans son arme, ce n'est qu'un simple déplacement du poids ; mais la position du fardeau n'est-elle pas pour beaucoup dans la fatigue du porteur ? Quelques centaines de grammes de plus ou de moins à la ceinture ou sur les épaules ne se sentent même pas. S'il s'agit de les porter à bout de bras, c'est une tout autre affaire : quand on tient l'arme en joue, l'augmentation de poids se fait sentir.

D'autre part, on hésitera à attendre le dernier moment pour charger le magasin, comme le conseillent certains officiers, parce qu'en guerre on ne sait jamais bien quand il se présente, ce dernier moment ; il serait vraiment singulier d'avoir entre les mains, à la minute décisive, une arme ne pouvant fonctionner qu'à tir simple ; si on a accepté les inconvénients d'un appareil de répétition : cherté, complication et alourdissement, n'est-ce pas pour en avoir les avantages ?

C'est donc au début du combat que le soldat chargera le magasin, et alors, sans doute, il ne se plaindra pas de la surcharge. Elle fatigue un peu son bras gauche : soit ; mais elle adoucit la violence du recul et la douleur ressentie par l'épaule sera moindre. Au surplus, le tir se fera rarement debout : le tireur sera à genou ou couché, l'arme sera le plus souvent appuyée.

Et puis, ne faut-il pas parler du moral ?

Heureux d'avoir une réserve à employer s'il s'en présente l'occasion, une bonne occasion, le soldat résistera à la tentation de l'entamer et, disait le grand Frédéric, « la confiance du soldat dans son arme fait une partie de sa bravoure ». Oui ! mais encore faut-il qu'il soit intelligent ou du moins instruit pour comprendre son véritable intérêt, qui est la conservation de sa petite provision. Que, par entraînement, par ignorance, par bêtise, il vienne à l'épuiser, et alors, bien qu'il ait encore entre les mains une arme se chargeant coup par coup, « il éprouvera un mécompte d'où résultera un malaise moral ». (Colonel Capdevielle.)

L'avantage qui résulte de l'emploi des armes à répétition

est donc transitoire, passager, on peut dire accidentel, et il comporte des inconvénients permanents dont le plus important est peut-être la diminution des propriétés balistiques de l'arme si on y emploie des cartouches légères, et on y est contraint pour pouvoir en loger dans le tube un nombre suffisant. Il n'y en a que sept dans le magasin du fusil Kropatscheck qui tire la même cartouche que le Gras.

Aussi, à part la Suisse qui a donné à toute son armée des fusils Vetterli à répétition, aucune nation n'a-t-elle adopté les armes de ce genre pour la totalité de ses troupes. On s'en sert pour quelques services spéciaux. La gendarmerie corse a des carabines Winchester. La marine française est armée du fusil Kropatscheck.

La gendarmerie autrichienne, la marine suédoise et celle des États-Unis ont également des armes à répétition.

Il ne faut pas oublier que la gendarmerie est un corps d'élite, composé d'anciens soldats, soigneux, capables de comprendre l'utilité de l'arme compliquée qu'ils ont entre les mains et de s'en servir rationnellement.

Les matelots français, eux, ne sont pas chargés de l'entretien de leurs armes : elles sont nettoyées par l'armurier du bord et restent accrochées dans la batterie, on ne les prend qu'au moment du besoin. Dans ces conditions, les armes à tir rapide ont des qualités incontestables. Voici en quels termes la commission de Cherbourg se prononçait en leur faveur :

« En dehors du service des hunes et des gaillards, elle ont leur place indiquée dans toutes les circonstances de la vie maritime où la supériorité de l'armement peut seule remédier à la faiblesse numérique, tels que l'armement des embarcations envoyées en exploration ou pour protéger un débarquement, — la mise de détachements à terre, soit pour un coup de main, soit pour une expédition, — l'occupation d'un poste à terre, — l'envoi d'un détachement à bord d'une prise.

« Dans tous ces cas, le nombre d'hommes est nécessairement limité, et leur force matérielle et morale sera augmentée par la valeur de l'arme mise entre leurs mains.

« La garde d'un navire au mouillage a pris une telle importance, qu'on ne saurait trop perfectionner l'armement des factionnaires et des canots de garde et de grand'garde. »

Des considérations analogues ont fait admettre les armes à répétition pour le flanquement des fossés de la fortification, la défense des brèches et autres circonstances où la puissance balistique ne compte pas, attendu que les portées sont faibles, où l'alourdissement de l'arme est sans importance, puisque l'assiégé tire sur place et généralement sur un appui, où la complication du mécanisme n'est pas un inconvénient bien grave, l'entretien dans un fort étant plus aisé qu'en campagne, parce que le matériel y est soustrait aux intempéries et protégé contre bien des causes de dégradations.

Mais à part ces cas spéciaux, — et la Suisse, petit pays où tout le monde sait se servir d'une arme, où le tir est plus en honneur que nulle part ailleurs, la Suisse aussi est dans des conditions tout à fait spéciales, — à part ces cas particuliers, on se contente partout d'armes se chargeant coup par coup. Si on renonce à viser, on peut lancer avec le Martini Henry par exemple, et sans discontinuer, une balle par trois seconde, soit 20 par minute, et cette arme n'a pas de magasin.

Le tireur ne peut d'ailleurs pas soutenir longtemps un pareil tir. Sans parler de l'échauffement du métal, il est bien vite arrêté par la fatigue. La précipitation des mouvements amène un tremblement nerveux du bras gauche, l'épaule droite souffre des secousses répétées produites par le recul, l'œil se trouble et ne perçoit bien ni l'appareil de hausse ni le but, à supposer même que la fumée se dissipe complètement pendant la charge.

L'expérience a prouvé qu'après deux minutes de tir ininterrompu, la plupart des soldats ne peuvent plus continuer le feu, du moins efficacement. « A ce moment, dit le commandant Ortus, le meilleur tireur manquerait un bataillon à 100 mètres. »

Aussi a-t-on pu admettre qu'il n'y avait pas lieu d'adopter des armes à répétition et qu'on avait atteint le maximum de rapidité pratiquement réalisable et désirable.

IV.

MAGASINS MOBILES.

C'est dans cet état d'esprit qu'on a été surpris par la singulière défense des Turcs à Plewna. On sait qu'ils s'y sont battus contre toutes les règles. « Tiens, dit M. Jourdain à sa servante, raison démonstrative, la ligne du corps. Quand on pousse en quarte, on n'a qu'à faire ceci, et quand on pousse en tierce, on n'a qu'à faire cela. Voilà le moyen de n'être jamais tué; et cela n'est-il pas beau d'être assuré de son fait quand on se bat contre quelqu'un? Là, pousse-moi un peu pour voir. » Nicole le touche à tout coup. A quoi l'autre répond : « Tu me pousses en tierce avant que de me pousser en quarte et tu n'as pas la patience que je pare! » Les Turcs ont fait comme Nicole, et les Russes, en dépit de la raison démonstrative, auraient eu le dessous sans la richesse de leurs effectifs et la force de leur discipline. Le feu à outrance, échevelé, sauvage, avait raison du feu méthodique, mesuré, civilisé.

La question du tir rapide se présente de nouveau, mais sous un jour inattendu. On avait bien armé les troupes de fusils capables de fournir un tir continu de 10, 15 ou même 20 coups par minute, mais on ne s'était pas mis en peine de modifier en conséquence les règles de la tactique. On n'avait pas compté avec la faiblesse humaine, on ne s'était pas dit que les soldats peu instruits gaspilleraient leurs munitions,

Ou plutôt, si on l'avait prévu, c'était pour essayer de l'empêcher. Il vaut mieux canaliser les grands courants et les employer comme moteurs que de chercher à les arrêter et à les endiguer. Les officiers turcs, eux, n'avaient pas essayé de retenir les instincts dépensiers de leurs troupes : ils les avaient utilisés. Vous voulez tirer? Soit, tirez. Nous ne vous demandons pas autre chose. Mais tirez sans relâche.

C'est assurément de la tactique grossière, mais elle a réussi, et c'est là l'important.

L'étude de la guerre d'Orient devait faire choisir entre deux partis : il y avait à adopter les principes des Turcs et à ériger le gaspillage des munitions en système ou à persévérer dans la méthode traditionnelle du tir ajusté, qui exige un redoublement de discipline et une instruction solide.

On ne s'avisa ni de l'un ni de l'autre, ou plutôt, si on se rendit compte du dilemme, on préféra ne pas l'aborder et on chercha à exagérer encore la rapidité du tir, sans toucher aux règlements édictés pour le feu lent. Mais ce n'est plus aux armes à répétition qu'on demanda la solution du problème : c'est aux chargeurs.

On entend par là de petits magasins mobiles qu'on peut, à un moment donné, accrocher à la monture, tout près de la culasse, afin que le tireur ait ses munitions sous la main. De tous les mouvements de la charge, avec les armes actuelles, le plus long est, en effet, celui qui consiste à prendre et à introduire dans la culasse les cartouches qui sont données à l'homme, au moins chez nous, par paquets enveloppés de papier et ficelés : il y a à couper la ficelle, à dérouler le papier, à disposer toutes les cartouches d'une manière uniforme (elles sont placées tête-bêche dans le paquet), de façon qu'en les saisissant toujours de la même façon, on n'ait plus qu'à les présenter en face de leur logement sans qu'il soit nécessaire de les retourner. Le soldat prend bien ces dispositions avant le combat; mais, s'il reçoit au cours de l'affaire des paquets en supplément, pourra-t-il s'attarder à ces petites précautions? Il mettra tout simplement les paquets déliés dans ses cartouchières, dans sa giberne, dans sa poche, au risque de saisir telle cartouche par la balle, telle autre par le culot. Au reste, si sa giberne et la cartouchière de droite sont bien « à sa main », quand il lui faudra recourir à celle de gauche ou à sa poche pour saisir l'étui, il éprouvera une gêne réelle; son embarras se traduira à ce moment critique par un agacement préjudiciable à la conservation de son calme qui, plus que jamais, serait de saison. Assez d'autres causes contribueront à le troubler.

En Allemagne, les cartouches sont disposées avec ordre dans des boîtes en carton qui s'ouvrent facilement.

En Russie, on a fait mieux, on les a placées dans des gaines à 8 ou 10 compartiments, gaines semblables à des morceaux de ces ceintures que portent les chasseurs et où ils mettent leurs cartouches. Le soldat prend la gaine pleine, la place à gauche du fusil, contre le bois, les culots en l'air, et la maintient dans cette position avec la main gauche. La main droite n'a plus alors qu'un petit trajet à faire pour se porter du levier de manœuvre à la cartouche qu'elle saisit par le culot et qu'elle présente sans incertitude à la chambre. La gaine vidée, le soldat la jette : il en prend une pleine dans sa cartouchière et recommence la même suite d'opérations.

Telle fut la première idée du *chargeur* dont le but était, en définitive, d'abréger le temps qui dure entre l'ouverture et la fermeture de la culasse, tous les autres temps conservant la même durée que par le passé.

Puis, pour éviter au soldat la peine de tenir le chargeur, on imagina d'accrocher celui-ci à un *teneur*, placé à demeure sur le côté gauche de la monture. C'était déjà une complication : il fallait modifier l'arme et, de plus, la mise en place de la gaine se faisait moins simplement.

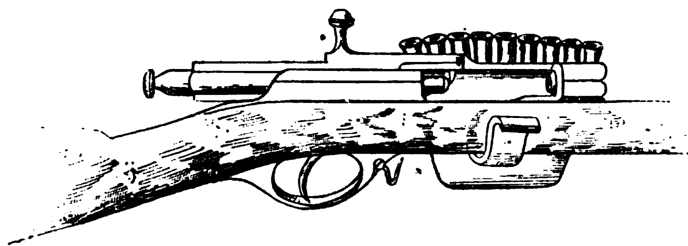


Fig. 4. — Chargeur Krnka.

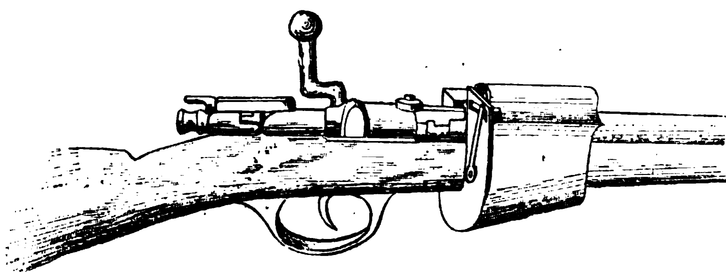


Fig. 5. — Chargeur Lœwe.

Quoi qu'il en soit, la Russie adopta le dispositif connu sous le nom de chargeur Krnka.

Le grand avantage de ces dispositifs, c'est que leur adoption n'entraîne pas la mise hors de service de l'armement ou sa transformation radicale. Il suffit de quelques petites modifications de détail pour y approprier la plupart des modèles actuels.

Bien entendu, on ne s'en tint pas là, on ne se contenta pas d'abréger le trajet de la main se transportant de la culasse mobile à la giberne : on voulut des appareils perfectionnés présentant d'eux-mêmes la cartouche à la chambre par suite du fonctionnement même de la culasse mobile, sans même que la main eût à abandonner le levier de manœuvre. De ce genre est le chargeur Lœwe qui a été tout près d'être adopté par la Prusse.

C'est une boîte métallique dont la section, en forme d'U ou de fer à cheval, correspond à la section de la monture. Les cartouches y sont couchées parallèlement à l'axe du fusil, la balle en avant; un ressort qui s'appuie sur le fond supérieur gauche de la boîte tend à les faire sortir par le fond supérieur droit; mais elles sont maintenues par le levier de manœuvre qui est rabattu lorsque la culasse est fermée.

Lorsqu'on le relève et qu'on ouvre, la première cartouche du magasin peut sortir : elle cède alors à l'action du ressort. Des dispositifs particuliers, et d'ailleurs simples, sont employés pour la diriger à la place qu'elle doit occuper et pour empêcher les cartouches suivantes de sortir en même temps qu'elle. D'autres dispositifs permettent l'enrayage du maga-

sin, de sorte qu'on peut tirer coup par coup sans épuiser la réserve qu'il contient.

On se retrouve donc dans les mêmes conditions qu'avec les armes à répétition, sauf qu'en général le chargeur, faisant saillie, gêne plus pour le maniement de l'arme que le tube noyé dans la crosse ou couvert par le fût; il est d'ailleurs moins bien garanti contre les dégradations accidentelles.

L'arme est moins compliquée, sa surcharge permanente est moins considérable, son prix de revient reste moindre; mais l'homme a dans sa cartouchière des appareils plus ou moins encombrants, d'un poids appréciable, d'un prix relativement élevé, si on fait entrer en compte les chances de détérioration. Le temps du chargement du magasin est supprimé, mais il y a la mise en place du chargeur!...

Bref, ces chargeurs automatiques n'ont pas paru donner une solution satisfaisante du problème. La Prusse a renoncé au chargeur Lœwe. En France, on l'a essayé sans succès, ainsi que le chargeur Lee, d'origine américaine.

V.

MITRAILLEUSES.

Peut-être conviendrait-il d'en revenir aujourd'hui aux mitrailleuses qui ont si peu réussi dans la campagne de 1870-1871.

On se souvient encore de tout le bruit qu'elles firent : avant d'en faire sur le champ de bataille, elles en avaient causé dans le monde militaire et dans le public. Le colonel de Reffye les construisait mystérieusement dans l'atelier de Meudon. On se contait tout bas à l'oreille leurs propriétés mirifiques.

Quand les premières batteries de canons à balles (c'est la dénomination réglementaire de ces bouches à feu) traversèrent Paris traînées par l'artillerie de la garde, on venait considérer avec une admiration muette et un respect superstitieux ces pièces dont la bouche et la culasse étaient dérobées à la vue des curieux par des couvercles cadenassés.

Sur le champ de bataille, les mitrailleuses ne firent pas merveille : le roulement de leurs 25 coups partant successivement causa quelque effroi aux ennemis et on avait plaisir à l'entendre à côté de soi. Il en est toujours ainsi au début : mais on cesse d'avoir peur quand on n'est pas atteint, on cesse d'avoir confiance dans son fétiche quand on perd à tous coups.

Les Prussiens vainqueurs trouvèrent à la fin que ce crépitement n'était plus effrayant et qu'il n'était guère meurtrier. Les Français vaincus ne trouvèrent plus une seule qualité à l'arme nouvelle : c'était lourd, encombrant, ça n'assurait pas la victoire et ne ramenait pas les mobiles qui lâchaient pied. Il n'en fallait pas davantage pour que les mitrailleuses fussent jugées. Les deux partis renoncèrent à les employer.

Et pourtant elles ont trouvé des défenseurs. Sans doute, on ne va pas jusqu'à dire que ce sont des engins commodes et transportables. Il faut un nombreux personnel et tout un train de chevaux, de voitures et de nombreux caissons de munitions pour traîner et approvisionner six mitrailleuses qui représentent 150 fusils, à peu près une demi-compagnie.

Mais ces 150 fusils-là ont une grande portée, leur tir peu être réglé. L'affût qui porte le canon à balles est inaccessible à l'émotion, il ne bronchera pas, tandis que le tireur tremblant, nerveux, ne donnera à son arme aucune fixité. C'est le duel de la quantité et de la qualité qui se renouvelle ici.

Chacune des six pièces lançant ses 25 projectiles horizontalement, en éventail, à des hauteurs différentes, balayant ainsi le terrain par nappes de feu bien étagées, elles ne peuvent manquer de rencontrer l'ennemi dans leur zone d'action. Leur pointage, réglé une fois pour toutes, n'est pas dérangé par le recul, attendu que les percussions produites sont insensibles. Les colonnes d'attaque seront donc fauchées à coup sûr.

Mais en 1870? — Ah! permettez : si la mitrailleuse n'a pas fait grand'chose à cette époque, c'est la faute de la tactique. On ne commençait pas le feu d'assez loin, on ne cherchait pas à utiliser les extrêmes portées du tir, on ne songeait pas à fouiller les revers des plis de terrain en employant le tir indirect, ni à profiter de ce que la trajectoire courbe s'accommode mieux de la convexité des croupes que de l'horizontalité des plaines.

Enfin et surtout cette méthode si judicieuse des hausses échelonnées, des nappes de feu superposées, bien peu d'officiers la connaissaient; aucun ne l'avait pratiquée. On avait fait tant de mystère autour de la nouvelle invention que ceux-là mêmes en ignoraient les secrets qui étaient appelés à les employer. On a chez nous l'habitude de laisser toutes choses dans l'ombre : on ne les en tire qu'au dernier moment, à l'heure du besoin, et on est tout étonné de constater que personne n'y voit rien. — N'est-ce pas ce qui arrive pour les canons de montagne qui viennent de faire leurs débuts dans la guerre des Kroumirs?

Les capitaines des batteries auxquelles furent affectées des mitrailleuses ne songèrent pas qu'il leur fallait quelque préparation. Sauf quelques initiés, tous pensèrent que rien n'était plus simple que de s'en servir et ne s'en préoccupèrent pas autrement. Le paysan qui emporte dans sa poche une drogue dont on lui a vanté les vertus mirifiques ne s'inquiète pas de savoir s'il faut la donner en boisson ou l'appliquer en compresse, ni si elle convient à l'usage interne : il se l'administre en toute confiance et en meurt, et pourtant c'était le remède qui convenait, un remède efficace, infaillible. Encore fallait-il l'employer à propos.

Il serait peut-être à propos de revenir à la mitrailleuse comme étant l'instrument par excellence de la fusillade à grandes distances, car c'est une arme de l'infanterie et non de l'artillerie, comme on l'a cru d'abord. On ne voit pas, par exemple, pourquoi les Turcs à Plewna n'en auraient pas tiré un bon parti, avec une économie considérable de munitions et de monde.

Sur le champ de bataille, c'est une autre affaire : la batterie ne peut s'embusquer sous bois comme une ligne de tirailleurs, ni s'avancer par bonds en se couvrant des obstacles du terrain : elle forme un ensemble massif, qui se cache mal

et se déplace difficilement. Mais si on admet que les compagnies ne doivent plus marcher qu'avec des caissons de munitions, ou des bêtes de somme portant des cartouches, comme les *tabors* des Turcs qu'accompagnait parfois un convoi de soixante mulets, chevaux ou ânes, — si on admet que le tir peut être mieux dirigé, que l'arme peut avoir des qualités balistiques de beaucoup supérieures à celles du fusil, on reconnaîtra que, dans certaines circonstances, le canon à balles n'est peut-être pas aussi désavantageux qu'on pourrait le croire et qu'on le croit.

Mais les circonstances seront-elles bien fréquentes? Se représenteront-elles assez souvent pour qu'on puisse sagement traîner avec soi tout un matériel qui ne servira qu'accidentellement?

VI.

CONCLUSIONS.

Quelle que soit la réponse faite à cette question, il semble opportun d'étudier le problème du tir rapide et surtout de l'étudier dans ses rapports avec la tactique.

Tout porte à croire que nous avons des armes suffisamment meurtrières et que c'est surtout la manière de s'en servir qu'on ne connaît pas assez. N'est-il pas étrange de voir une troupe armée de fusils Gras se laisser aborder jusqu'à 100 mètres par de l'infanterie marchant à découvert et ne doit-on pas être tristement surpris d'épisodes comme celui du 19 mai dernier? Voici les aveux qu'il a arrachés au commandant du 19e corps : « Les fantassins ennemis se sont avancés avec une hardiesse remarquable : nous avons commencé le feu contre eux à 1000 mètres; ils ont continué à marcher jusqu'à 100 mètres de nos lignes. »

Les détails manquent sur cette affaire et il est impossible d'en tirer des conclusions définitives. Du moins semble-t-il qu'on puisse en formuler une que voici : c'est qu'au lieu de modifier nos armes, ce dont on parle beaucoup, on ferait peut-être bien d'apprendre à s'en servir, ce dont on parle moins. « Tout ce qui regarde les mathématiques mécaniques, a dit le prince de Ligne, doit dépendre des expériences et *de son accord avec la tactique.* » (Fantaisies militaires, p. 40.)

BIOGRAPHIES SCIENTIFIQUES

J. Decaisne.

Mercredi 8 février, M. Decaisne s'éteignait sans souffrances dans ce Jardin des plantes où il était entré il y a près de soixante ans comme simple manœuvre-jardinier, où s'est entièrement développée sa longue et laborieuse carrière scientifique, où il laisse son illustre renommée.

Samedi dernier, ce n'étaient pas seulement les membres de l'Institut, ses collègues ou ses amis qui assistaient à son convoi, les pauvres, auxquels M. Decaisne donnait tout son avoir, auxquels il savait procurer du travail, étaient venus se joindre aux professeurs et aux élèves pour rendre un dernier hommage à cet homme de bien.

Au cimetière Montmartre, de nombreux discours ont été prononcés. M. Frémy a dit d'abord quelques paroles émues au nom de la vieille amitié qui l'unissait à M. Decaisne. Parlant au nom du Muséum, M. Van Tieghem, membre de l'Institut, a retracé les diverses étapes de cette vie toute de travail. M. Bouley a ensuite rendu compte, au nom de l'Académie des sciences, des travaux de botanique agricole dus à M. Decaisne. Puis, au nom de la Société d'agriculture M. Barral, au nom de la Société d'horticulture M. Lavallée ont fait voir quels talents de praticien consommé possédait aussi l'homme de science qu'ils venaient de perdre. Enfin c'est encore un ami de M. Decaisne, M. Duchartre, professeur à la Sorbonne, qui, d'une voix altérée par l'émotion, est venu, au nom de la Société botanique, prononcer sur sa tombe les dernières paroles d'adieu.

M. Decaisne, entré au Muséum en 1824, a donné d'abord à ses études une direction toute pratique. C'est seulement après avoir suivi pendant plusieurs années les travaux des pépinières et de l'École d'expériences du jardin qu'il fut chargé par M. de Mirbel de la direction des semis. Mais dans ces fonctions, en apparence si simples, et qui exigent en réalité pour être bien remplies un grand nombre de connaissances variées, M. Decaisne sut montrer des qualités exceptionnelles. Son talent d'observation précise, son savoir rapidement acquis en physiologie et en classification, son goût pour les expériences de culture et aussi ses aptitudes toutes spéciales pour le dessin attirèrent bientôt l'attention d'Adrien de Jussieu, qui sut reconnaître en lui un futur savant. Au moment où M. Decaisne, ne voyant pas nettement l'avenir scientifique qui s'ouvrait devant lui, songeait à embrasser la carrière artistique, son maître l'encouragea à poursuivre ses études botaniques et en 1833 il l'appela auprès de lui comme aide-naturaliste de la chaire de botanique rurale. On sait quelle part il a prise aux célèbres herborisations de Jussieu.

C'est à partir d'une époque un peu antérieure (1831) que M. Decaisne publia successivement ces travaux si nombreux et si variés sur toutes les branches de la science des végétaux, dont la série ininterrompue ne devait finir qu'avec leur auteur. Ses recherches sur diverses questions d'agriculture, sur l'introduction des plantes industrielles en France le désignèrent aux suffrages de l'Académie qui l'appela à prendre place, en 1847, dans la section d'économie rurale. Les connaissances si approfondies des affinités naturelles, les expériences de culture qu'il avait entreprises, les mémoires qu'il avait publiés sur l'anatomie et la physiologie végétales le firent choisir d'un accord unanime comme successeur de Mirbel, dans la chaire de culture au Muséum, en 1850. Plus tard M. Decaisne devait être président de l'Académie des sciences, membre de la Société royale de Londres, associé étranger des principales académies de l'Europe.

Ce n'est pas seulement par ses travaux personnels que le savant professeur du Muséum servait la science, il s'occupait

aussi de faire publier les travaux des autres et de répandre les connaissances scientifiques. M. Decaisne était directeur des *Annales des sciences naturelles,* recueil de la plupart des travaux français; il avait collaboré activement à de nombreux journaux spéciaux ou revues scientifiques (*Journal d'agriculture pratique, Bon Jardinier, Revue horticole, Flore des serres,* etc.) L'un des fondateurs de la Société botanique de France, il s'intéressait toujours à la publication du bulletin de cette société, il faisait encore partie de l'une de ses commissions permanentes. Mais M. Decaisne a contribué pour une large part à la propagation des connaissances scientifiques, sous d'autres formes encore. Lié d'amitié avec M. Le Maoût, qui, très amateur de botanique, était aussi par son excellente diction et par la clarté de son style un remarquable professeur, il publia avec lui plusieurs ouvrages qui sont maintenant classiques ; il faut citer surtout la *Flore des jardins et des champs* qui est entre les mains de tous les horticulteurs, et le grand ouvrage appelé *Traité général de botanique,* où sont décrits et figurés les caractères des familles naturelles, qui est sur la table de tous les laboratoires. M. Decaisne, d'ailleurs, avait toujours aimé l'enseignement sous toutes ses formes : il s'intéressait avec ardeur aux réformes de l'instruction publique ; il donnait de précieux conseils à ceux qui publiaient des traités élémentaires ou des gravures d'histoire naturelle, et souvent revoyait lui-même leur travail; consulté fréquemment par M. Charton, il revisait un certain nombre des articles scientifiques du *Magasin pittoresque;* enfin il avait toujours voulu conserver les modestes fonctions de professeur de botanique au collège Chaptal.

Nous ne pouvons analyser ici tous les travaux de M. Decaisne, nous essayerons seulement de donner une idée des plus importants et de signaler ceux qui présentent un intérêt particulier.

Après avoir tout d'abord montré les qualités d'un botaniste descripteur de premier ordre, M. Decaisne s'est révélé anatomiste et physiologiste en même temps qu'il faisait voir tout l'intérêt qu'avaient pour lui les applications pratiques et l'étude de la géographie botanique. Examinons l'œuvre du savant membre de l'Institut à ces divers points de vue.

Parlons d'abord de l'anatomie et de la physiologie. C'est M. Decaisne qui, en compagnie de son élève G. Thuret, a découvert les organes reproducteurs des varechs (1), démontrant aussi la sexualité chez les cryptogames inférieures. A l'époque où ce travail parut, il fit parmi les physiologistes une sensation profonde. Ce résultat inattendu était en désaccord avec les travaux récents des auteurs les plus estimés. Par là, un champ nouveau était ouvert aux investigations des chercheurs ; on sait quelle moisson de découvertes y firent ensuite les élèves et amis de M. Decaisne, Thuret et Bornet. M. Decaisne s'était proposé au début d'établir, en se fondant sur la disposition des appareils de reproduction, une classification des algues (1), qu'il est actuellement encore impossible d'édifier complètement. C'est à ce propos qu'il fit le travail dont nous venons de parler. C'est aussi au cours de ces recherches, qu'il sut reconnaître la nature de certains êtres ambigus que les naturalistes classaient depuis longtemps parmi les animaux ; ces prétendus polypiers calcifères n'étaient autres que des algues (corallines), qui ont la propriété de se recouvrir d'une couche de carbonate de chaux. C'est encore en étudiant les organes reproducteurs de ces corallines, que M. Decaisne a indiqué la place que chacun des genres doit occuper (2). Un autre travail est consacré à l'étude du mode de développement de certaines algues, appartenant à différents groupes (3).

Les premiers travaux anatomiques de M. Decaisne sont antérieurs aux recherches dont nous venons de parler. Dès 1837, dans l'introduction d'un mémoire sur une famille de plantes exotiques (4), il avait comparé l'anatomie des tiges de nombreux végétaux dicotylédonés. Il avait montré, par exemple, que le liber, qu'on considérait alors comme un des éléments essentiels de l'écorce, pouvait se trouver dans des couches plus profondes chez certaines plantes ligneuses; que, dans certaines familles, les tiges à végétation continue de nos espèces indigènes présentent les mêmes caractères anatomiques que les espèces tropicales du même genre, tandis qu'il n'en est pas de même pour les espèces à feuilles caduques dont la végétation est interrompue pendant l'hiver de nos régions. Dans un autre mémoire important, qui était encore cité l'année dernière dans un travail de M. Treub, M. Decaisne a étudié le développement du pollen et de l'ovule du gui, ainsi que la structure de la tige de cet intéressant parasite (5).

D'autres plantes parasites devaient ensuite appeler son attention (6) et l'amener à une découverte importante. M. Decaisne démontra en effet par des expériences concluantes, contrairement à l'opinion de beaucoup de botanistes, que les plantes qui forment toute une tribu de la famille des Scrofularinées, malgré leur apparence verte, quoiqu'elles aient une ressemblance extrême avec leurs congénères, sont bien réellement des plantes parasites. Les Rhinanthacées (*Rhinanthus, Melampyrum,* etc.) végètent aux dépens des graminées, soit des graminées fourragères, soit des céréales. On comprend quelle est l'importance de ce résultat pour l'agriculture (7).

(1) *Recherches sur les anthéridies et les spores de quelques Fucus* (présenté à l'Académie des sciences en novembre 1844. — *Ann. sc. nat.,* 1845).

(1) *Essai sur une classification des algues* (*Ann. sc. nat.,* 1842).

(2) *Mémoires sur les corallines et les polypiers calcifères* (*Ann. sc. nat.,* 1842).

(3) *Note sur quelques algues à frondes réticulées* (*Ann. sc. nat.,* 1844).

(4) *Mémoire sur la famille des Lardizabalées, précédé de remarques sur l'anatomie comparée de quelques tiges de végétaux dicotylédonés* (*Archives du Muséum,* 1837).

(5) *Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement du pollen, de l'ovule et sur la structure de la tige du gui,* 1839. Nouv. mém., Acad. de Bruxelles.

(6) *Sur la structure anatomique de la Cuscute et du Cassytha* (*Ann. sc. nat.,* 1846).

(7) *Sur le parasitisme des Rhinanthacées* (*Ann. sc. nat.,* 1847).

C'est dans une suite de Mémoires d'un autre caractère que M. Decaisne sut montrer quelles étaient ses aptitudes pour l'application pratique de la science. Dans un travail très étendu sur la garance, couronné par l'Académie des sciences de Bruxelles, qui avait mis le sujet au concours (1), il mit en évidence tout le parti que les cultivateurs peuvent tirer des expériences scientifiques et du résultat des études anatomiques. L'extension de la culture de la garance dans plusieurs départements de la France, à partir de cette époque, a été la conséquence de ces recherches. Les mêmes tendances vers l'application se retrouvent dans le célèbre Mémoire sur la betterave à sucre (2) publié en même temps que les recherches de M. Péligot sur le même sujet, et où l'auteur montre comment sont localisées, dans les tissus, les cellules où le saccharose est mis en réserve, ainsi que dans son histoire de la maladie des pommes de terre en 1845 (3) et dans ses études sur l'Igname. Parmi ces travaux de botanique agricole, il faut signaler spécialement les *Recherches sur la Ramie* (4), à cause des modifications que l'introduction de cette précieuse plante textile de Chine va sans doute apporter dans plusieurs régions du midi de la France. Il y a peu de temps que les premiers essais ont été faits pour propager cette nouvelle culture dans ces contrées si éprouvées. On a vu combien sont réels les avantages signalés par M. Decaisne, et deux manufactures se sont déjà établies.

Quant aux études de botanique descriptive, elles sont encore beaucoup plus nombreuses que les précédentes; dès 1831, M. Decaisne publiait un travail sur la comparaison des diverses espèces d'un genre de Paronychiées (5) et, en 1882, quelques jours avant sa mort, le savant botaniste mettait la dernière main à un Mémoire sur les Clématites tubuleuses, qui paraîtra prochainement. Entre ces deux dates extrêmes, se sont succédé sans relâche de nouvelles communications qui faisaient connaître une multitude de genres nouveaux ou d'espèces inconnues, et des mémoires plus étendus sur les flores de divers pays ou sur des familles peu étudiées jusqu'alors. Il faut surtout citer, parmi les premières, l'étude des plantes récoltées en Asie par son ami Jacquemont, dont M. Decaisne a publié 120 planches, l'examen des Cryptogames (Algues, Fougères, Lycopodiacées), rapportées de l'Arabie Heureuse par M. Botta, l'énumération des plantes recueillies au Sinaï par M. Bové, et de nombreuses observations qui font connaître les caractères de plantes nouvelles introduites dans les jardins (6). La belle étude sur la famille des Asclépiadées (1), qui devait ensuite être développée dans le prodrome de De Candolle en une monographie complète, est le plus étendu des travaux purement descriptifs dus à M. Decaisne. A diverses dates, plusieurs autres travaux du même genre furent publiés successivement (2).

Dans un certain nombre de ces mémoires et dans quelques-uns que nous avons cités plus haut, M. Decaisne a abordé diverses questions de géographie botanique; c'est aussi à cette partie de la science, qui a toujours beaucoup intéressé M. Decaisne, qu'il faut rapporter plusieurs autres publications (3) et, entre toutes, la remarquable description de la flore de Timor (4), où sont développées, à propos des plantes de cette île, de nombreuses considérations d'un caractère général, fondées sur de nombreuses comparaisons et sur l'examen approfondi de la distribution des espèces dans les archipels indiens.

M. Decaisne s'est aussi occupé bien souvent de l'histoire de la géographie botanique, et l'origine des espèces cultivées a toujours été une de ses principales préoccupations. Dans ces études, plus encore que dans toute autre, il mettait en relief son génie de chercheur; il poursuivait une idée déterminée à l'avance dans son esprit, et presque toujours les faits venaient démontrer l'exactitude de sa supposition première. C'est ainsi qu'en recherchant l'origine du marronnier d'Inde, il avait pensé que cet arbre provenait non de l'Inde ou même de l'Asie, mais de l'Europe, et que son origine devait être cherchée dans le groupe des Balkans. C'est là, en effet, qu'on a découvert sur plusieurs points le marronnier d'Inde à l'état spontané. Il a déterminé de même l'origine du Grand Soleil (*Helianthus annuus*), du Topinambour (*H. Tuberosus*), etc.

On voit quelles aptitudes diverses possédait le savant que la France vient de perdre; mais les qualités de M. Decaisne ne sont pas toujours demeurées isolées les unes des autres, il ne les a pas toujours appliquées successivement. Anatomiste et physiologiste, patient expérimentateur, horticulteur praticien, descripteur consciencieux et habile dessinateur, toutes ces mérites ont été réunis par M. Decaisne, dans la plus importante de ses œuvres, dans un monument scientifique impérissable, qui est pour ainsi dire la synthèse de tous ses talents.

Sous ce titre de peu d'apparence, *le Jardin fruitier du Muséum* (5), cet ouvrage contient les résultats de plus de

(1) *Recherches anatomiques et physiologiques sur la garance*, 1837.

(2) *Recherches anatomiques sur la betterave à sucre*. Paris, 1839.

(3) Paris, 1846.

(4) *Journal d'agriculture pratique*, 1845, p. 767.

(5) *Sur les caractères spécifiques des Herniaria de la flore française* (*Ann. sc. nat.*, janvier 1831).

(6) *Notes diverses sur les genres Pentarhaphia, Duchartrea, Bouvardia, Abelia, Helwingia* (1836), *Hoteia; Astilbe* (1841), *Abelia, Bouvardia, Pentarhaphia et Duchartrea* (1846), etc. (Voyez *Flore des serres* et *Ann. sc. nat.*).

(1) Voyez *Ann. sc. nat.*, 1838.

(2) *Sur un nouveau genre de Chicoracées* (*Ann. sc. nat.*, 1833); *Monographies de deux genres de Composées* (1834); *Bougueria* (1856); *Amansia* (1839). *Sur un nouveau genre d'Apocynées* (1849); *de Monimiées* (1858); *sur trois Asclépiadées nouvelles* (1870); *sur quelques plantes du groupe des Théophrastées* (1876), etc.

(3) *Observations sur la flore du Japon* (*Bull. Acad. de Bruxelles*, 1834). *Sur quelques genres et espèces de l'Arabie Heureuse* (*Ann. sc. nat.*, 1835). *Notice sur la flore d'Égypte* (*Ann. sc. nat.*, 1836), avec planches. *Description d'un nouveau genre croissant sur les parties les plus élevées* (5000 mètres) *du Tolima* (*Ann. sc. nat.*, 1845), etc.

(4) *Herbarii Timorensis descriptio*. 1 vol. in-4° avec 6 planches.

(5) *Le Jardin fruitier du Muséum ou Iconographie de toutes les*

vingt années d'expériences et de recherches du plus grand intérêt scientifique. C'est là que le savant professeur du Muséum a abordé expérimentalement la question si controversée de la variabilité des espèces. Il a prouvé, par exemple, à l'aide de semis successifs que les variétés les plus différentes du genre Poirier, considérées par tous comme formant des espèces bien tranchées, sont susceptibles des plus grandes variations, peuvent passer de l'une à l'autre et qu'en résumé tous les poiriers connus appartiennent à une seule et même espèce. On saisit toute l'importance d'un pareil résultat pour la philosophie de la science.

Le résumé rapide que nous venons de faire des travaux de M. Decaisne aura peut-être suffi pour montrer quel était le savant; mais ceux qui ont été ses amis ou ses élèves, qui perdent en lui un affectueux conseiller, un maître dévoué, ceux-là seuls savent quel était l'homme qui vient de mourir.

Gaston Bonnier.

---

espèces et variétés d'arbres fruitiers cultivés dans cet établissement. Paris, 1871-72. (Ouvrage accompagné de nombreuses planches.)

REVUE DE PHYSIQUE

Travaux récents de M. J. Tyndall sur l'absorption des gaz. — Téléphone à liquide de M. G. Salet. — Téléphone puissant de M. Bottscher. — MM. J. H. Gladstone et A. Tribe : Sur les piles secondaires. — M Sutton : Sur le même sujet. — M. Pickering : Influence des spectres lumineux sur l'œil. — M. Collet : Compas de sir W. Thomson. — MM. Mascart et Joubert : Leçons sur l'électricité et le magnétisme.

Au mois de novembre de l'année dernière M. J. Tyndall a fait à la Société royale de Londres une conférence fort intéressante sur « l'action des molécules libres sur la chaleur rayonnante et sa transformation en son, grâce à cette action ».

Après avoir passé en revue les travaux analogues de divers savants, le savant conférencier mentionna un mémoire publié récemment par Lecher et Pernter sur le pouvoir absorbant des gaz et des vapeurs. Dans leur travail, ces auteurs, tout en adoptant les idées de Tyndall pour les gaz, les rejettent en ce qui concerne la vapeur et expliquent les résultats obtenus par Tyndall (vers 1864) par la condensation des vapeurs sur les surfaces des plaques de sel gemme qui servaient à l'expérience et sur la surface intérieure du tube; ils insistent particulièrement sur la neutralité des vapeurs d'eau à l'égard des rayons calorifiques.

M. Tyndall avait entrepris (en novembre 1880) de nouvelles recherches avec de nouveaux appareils afin de se mettre dans des conditions à l'abri de toute objection. Comme source de chaleur il employait une spirale de platine rendue incandescente par un courant électrique. Le tube qui servait aux expériences de dimensions convenables, bouché à ses deux extrémités par des plaques de sel gemme, était muni de trois robinets — l'un en communication avec une machine Bianchi, le deuxième avec un appareil purificateur et par le troisième on pouvait introduire des gaz ou des vapeurs. Avant leur entrée dans le tube les rayons calorifiques étaient reçus sur une lentille de sel gemme et par ce moyen on projetait l'image de la spirale sur la plaque de sortie. Les rayons suivaient alors l'axe du tube sans toucher ses parois et il ne pouvait plus y avoir ni réflexion ni absorption par des pellicules liquides couvrant la surface intérieure du tube. Ces expériences en ont confirmé d'autres où la lentille était remplacée par un miroir concave.

Les mêmes résultats ont pu être obtenus par une autre source de chaleur, par la chaux incandescente.

Afin d'éviter l'influence de l'échauffement des parois du tube par l'entrée brusque du gaz, on avait déposé à sa surface intérieure une couche d'argent bien poli. De cette manière, l'absorption et l'émission provenant du tube lui-même étaient rendues tout à fait insensibles. Pour montrer que l'absorption de la chaleur était bien due à la vapeur et non pas à une couche hypothétique de liquide condensé à la surface des plaques, M. Tyndall avait déjà, dès 1863, installé un appareil où les plaques pouvaient être éloignées et rapprochées l'une de l'autre de manière à augmenter ou diminuer la couche de vapeurs. Il est évident que si l'absorption était due à une couche de liquide, le changement de distance entre les plaques ne produirait aucun effet, le tube étant dans tous les cas bien rempli de vapeurs. Or il a été constaté avec de l'éther sulfurique que l'absorption pouvait croître de 2 à 35 pour 100 de la radiation totale quand la distance entre les plaques augmentait. Des expériences récentes écartent complètement l'hypothèse des pellicules liquides comme cause de l'absorption.

Au point de vue de la physique moléculaire, il était très désirable de comparer entre elles des quantités égales de liquide et de vapeur au lieu d'en comparer des quantités proportionnelles, comme l'auteur l'avait déjà fait avant 1864. Seuls les liquides très volatils peuvent se prêter à ce genre d'expérience, car il faut qu'une certaine quantité de vapeurs étant prise, ces dernières, condensées en liquide, puissent en fournir une couche d'une épaisseur notable. Des expériences nombreuses et faites très soigneusement avec deux substances, l'hydrate d'amyle et l'éther sulfurique, ont pleinement réussi et ont donné la preuve que lorsque le nombre de molécules traversées par les rayons calorifiques est le même, soit que la substance se trouve à l'état de liquide ou de vapeur, l'absorption est identiquement la même dans les deux cas. En présence de tels faits, il est impossible de soutenir l'hypothèse de la vapeur condensée comme cause des résultats publiés antérieurement par l'auteur.

En 1880 (le 29 novembre), M. Tyndall, avait assisté aux expériences de M. Graham Bell, où un faisceau concentré de lumière, rendu intermittent par la rotation d'un disque percé de trous, produisait des sons musicaux quand on le faisait tomber sur divers corps solides. Les premières expériences de M. Bell avec le sélénium l'ont naturellement amené à conclure que l'effet sonore était produit par les rayons lumineux du spectre. Mais ces essais ont suggéré à M. Tyndall l'idée que les sons étaient dus à l'absorption intermittente de la chaleur rayonnante. Il faisait alors des

expériences sur les vapeurs. En substituant l'idée des corps gazeux à celle des solides, il se représentait bien nettement la dilatation brusque d'un gaz ou d'une vapeur adiathermane (absorbant la chaleur) à chaque influence du faisceau calorifique, et leur contraction au moment où ce dernier est intercepté. Il devait probablement se produire ainsi des pulsations bien plus fortes que dans les solides, et si elles se succédaient assez rapidement, elles devaient produire des sons musicaux.

L'expérience fut faite aussitôt. En remplissant un tube d'éther sulfurique et dirigeant le faisceau à travers la vapeur, au-dessus de la surface du liquide, on entendait un faible son quand on approchait le tube de l'oreille. L'éther formique a donné le même résultat.

Il était évident que le dispositif de M. Bell — quoique fort ingénieux — n'était pas de nature à fournir le maximum d'effet. Il se servait d'une série de lentilles pour concentrer son faisceau qui absorbaient une grande partie des rayons les plus actifs dans la production du son. Aussi M. Tyndall préféra-t-il des lentilles de sel gemme et des miroirs concaves argentés à la surface, et il employait des sources lumineuses très variées, y compris la lampe électrique.

A l'aide de la chaux incandescente et d'un miroir concave, tous les gaz et les vapeurs très absorbants produisaient des sons d'une intensité surprenante. Les sons les plus élevés étaient produits par le chlorure de méthyle et semblaient provenir d'un tuyau d'orgue. En choisissant un récipient convenable pour ce gaz, on pouvait entendre les sons à une distance de six mètres. Quant à l'intensité des sons dans différents gaz, elle varie dans le même sens que leurs pouvoirs absorbants pour la chaleur rayonnante. Parmi les diverses vapeurs, l'éther sulfurique occupe la première place, surtout à cause de sa grande volatilité, bien que l'intensité des sons ne dépende pas seulement de la volatilité. L'action spécifique des molécules sur la chaleur rayonnante est donc démontrée par ces expériences d'une manière aussi évidente que par celles faites auparavant avec la pile thermo-électrique. Plus de 80 vapeurs ont été essayées au point de vue de leur pouvoir sonore.

En ce qui concerne la vapeur d'eau dont l'action sur la chaleur rayonnante a été encore niée tout récemment, il était tout particulièrement intéressant d'étudier son pouvoir absorbant de manière à le mettre hors de doute. Un certain nombre de fioles sphériques étaient mises sous une cloche pneumatique avec un vase contenant de l'acide sulfurique. L'air bien desséché restait silencieux à l'intérieur des fioles, tandis que la moindre addition d'air humide rompait le silence.

En mettant un peu d'eau dans une fiole de verre mince et la chauffant jusqu'à la porter tout près de son point d'ébullition, les sons produits par la vapeur d'eau devenaient très puissants.

Pour rendre plus complète la corrélation entre le pouvoir sonore et le pouvoir absorbant, tous les gaz et les vapeurs qui servaient aux expériences avaient été examinés au point de vue de l'augmentation de leur force élastique par l'absorption de la chaleur rayonnante. A cet effet, un tube cylindrique de dimensions convenables, fermé à ses extrémités par des plaques de sel gemme, était mis en communication avec un tube en U; ce dernier contenait un liquide coloré, au même niveau dans les deux branches. Le tube cylindrique pouvait être vidé ou bien rempli de gaz ou de vapeur. Quand il était plein, le simple déplacement d'un miroir permettait de diriger un faisceau lumineux provenant de la chaux incandescente à travers le gaz qu'il contenait et immédiatement l'accroissement de la force élastique était accusée par la dépression du liquide dans l'une des branches du tube en U. La différence de niveau dans les deux branches, exprimée en pression d'eau, donnait une mesure de la quantité de chaleur absorbée. On a pu constater ainsi que l'intensité des sons croissait avec l'énergie de l'absorption.

En terminant sa conférence, M. Tyndall a signalé l'importance de ces résultats pour la météorologie. Il est certain que la vapeur d'eau de l'atmosphère produit une action sur le rayonnement solaire et terrestre. Il y a quelques années, M. Tyndall cherchait à imiter l'action de la vapeur d'eau sur les rayons solaires, en dirigeant un faisceau de lumière électrique à travers une couche d'eau dont il observait ensuite le spectre. Il a ainsi trouvé que la courbe représentant la distribution de la chaleur ressemblait à celle que fournit le spectre solaire : les rayons calorifiques invisibles (ultra-rouges) sont réduits par l'eau de huit à deux fois ceux de la partie visible. Si nous pouvions nous placer au-dessus de l'écran formé par les vapeurs atmosphériques, nous trouverions la quantité des rayons ultra-rouges du spectre augmentée dans une très grande proportion. Ces considérations se trouvent confirmées par les observations faites par le professeur Langley sur le mont Whiteney, à une altitude de 1200 pieds.

M. Salet a déjà publié la description de plusieurs transmetteurs téléphoniques à liquide, c'est-à-dire d'appareils dans lesquels les excursions de la lame vibrante font varier la résistance d'une portion du circuit, qui est *liquide*. Il a donné dans les comptes rendus de l'Académie les raisons qui lui font croire que ces transmetteurs peuvent reproduire plus fidèlement le *timbre* que le téléphone électro-magnétique de Bell.

Le premier instrument de M. Salet utilisait les variations de longueur du conducteur électrolytique obtenues en faisant vibrer l'une des électrodes. C'est la solution de Graham Bell, mais avec cette modification que les excursions de l'électrode, étant cinq fois plus grandes que celles de la plaque téléphonique, donnaient des variations d'intensité bien plus fortes et des sons plus puissants. Les électrodes étaient fort rapprochées, et l'on ne pouvait guère employer comme liquide une solution métallique, car le dépôt aurait rapidement modifié leur distance. On se servait d'eau acidulée, et la production des bulles était accompagnée d'un bruit incommode.

M. Salet fit alors construire un second téléphone sur un principe nouveau. Les électrodes devinrent fixes, le liquide

employé fut le sulfate de cuivre, et l'on utilisa les vibrations de la plaque pour masquer plus ou moins les orifices d'une sorte de *tiroir multiple,* fonctionnant comme ceux des machines à vapeur, et servant à mettre en communication deux vases remplis de la solution métallique et garnis de leurs électrodes. On obtenait ainsi des variations de *section* dans le conducteur, et par suite des variations d'intensité. Ce téléphone à *grille* donna d'assez bons résultats ; mais il était difficile à construire et présentait, même lorsque les orifices étaient masqués, une assez forte conductibilité, due à la couche de liquide qui existait toujours entre le tiroir et son logement.

L'auteur s'arrêta alors à la disposition suivante qui a figuré à l'Exposition d'électricité. Une lame de verre, disposée comme l'anche battante d'un instrument de musique, fut mise en contact direct avec une tige portée par le centre de la plaque vibrante et vibra avec celle-ci. La *rigole* de cette anche forma le fond d'une cellule contenant le sulfate de cuivre et une électrode de cuivre ; cette cellule fut immergée dans un récipient contenant le même liquide et l'autre électrode. Comme tout à l'heure, les déplacements de la plaque téléphonique modifiaient la section du conducteur et sa résistance. Seulement *cette résistance était très grande* (300 ohms en moyenne), et *ses variations très sensibles*. De là : 1° la possibilité de produire un son assez fort avec *peu d'éléments de pile* (5 Leclanché) ; 2° la *réduction de l'usure* de la pile ; 3° et surtout la *suppression de la bobine* d'induction pour une ligne de résistance moindre que 40 kilomètres.

Un bouton sert d'interrupteur *inverseur*. Tourné dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, il met l'appareil dans le circuit; ramené en sens inverse, il interrompt le courant. Mais si l'on répète le premier mouvement, *il le rétablit en l'inversant*. Chaque électrode est donc successivement positive ou négative, et perd ou gagne du poids; en définitive, elle ne s'use pas. Dans un *modèle pratique* exécuté depuis, les vases à sulfate de cuivre ne contiennent que 150 centimètres cubes de liquide ; ils ont la forme de bouteilles; de plus, la solution est additionnée de glycérine — on n'a besoin d'y ajouter de l'eau que lorsqu'on le fait pour les piles.

Signalons encore un nouveau téléphone, aussi remarquable par sa simplicité, que par la puissance de ses effets : le téléphone Böttscher. Plus n'est besoin ici de bobines d'induction, et de piles; grâce à une ingénieuse disposition mécanique, le récepteur est aussi sensible que s'il était microphonique.

L'appareil se compose d'une boîte cylindrique en cuivre de 14 centimètres de diamètre et de 5 centimètres de haut, dans laquelle sont logées les différentes pièces, et que ferme un couvercle percé en son milieu. A ce couvercle et au droit de l'ouverture est fixée une embouchure dans laquelle on parle. Les sons émis viennent frapper une plaque vibrante, vissée dans le couvercle, et dont les vibrations influent sur le magnétisme d'un aimant suspendu aux parois de la boîte par trois fils d'acier dont on peut régler à volonté la tension. On comprend de suite le jeu du système. L'aimant pouvant grâce à l'élasticité des fils osciller faiblement dans le sens même des vibrations de la plaque dès que celle-ci se rapproche, comme l'action magnétique croît proportionnellement au carré de la distance, l'amplitude de l'oscillation augmente jusqu'à ce que la tension des fils d'une part, l'élasticité de la plaque de l'autre, fassent équilibre à l'attraction. Au contraire, dès que la plaque revient en arrière, la tension des fils rappelle l'aimant et la désaimantation a lieu bien plus rapidement. On arrive donc par ce moyen, à accroître les variations de magnétisme de l'aimant, et, par conséquent, si on imagine un fil enroulé autour des pôles de cet aimant, à produire des courants d'induction beaucoup plus énergiques.

Voilà donc un téléphone portatif, peu sujet aux dérangements, laissant bien loin derrière lui l'appareil *Gower* et ses similaires, et qui, répandu dans tous les services où il est souvent nécessaire de communiquer rapidement, comme à l'armée, dans les mines, etc., peut donner les meilleurs résultats.

La curiosité générale qu'ont attirée, ces derniers temps, les accumulateurs Planté-Faure a conduit MM. J.-H. Gladstone et A. Tribe à faire des recherches sur les réactions qui ont lieu dans les piles secondaires. Dans la première partie de leur travail (insérée dans *the Nature* du 5 janvier) ces messieurs donnent quelques résultats sur les actions locales qui se produisent à la surface de la plaque négative couverte de peroxyde de plomb. Cette plaque forme avec la couche de peroxyde qui couvre sa surface, la pile étant chargée et au repos, un couple qui provoque des réactions locales : le peroxyde se transforme peu à peu en sulfate, lentement quand la couche de peroxyde est épaisse, très vite quand elle est mince.

La formation du sulfate de plomb serait très utile à la pile, en ce sens qu'il contribuerait à conserver sa charge pendant un temps assez long, en obstruant les interstices du peroxyde et en formant une cloison imperméable et d'une très grande résistance entre ce dernier et la plaque de plomb. La charge se perd avec le temps; mais la vitesse de la perte dépendrait, d'après ces auteurs, de la contexture plus ou moins dense du sulfate de plomb formé.

M. Sutton a présenté à la Société royale de Londres un nouvel accumulateur formé d'un vase de cuivre plat, dans lequel plonge une lame de plomb amalgamé, maintenue à ses extrémités par deux plaques de bois paraffiné; l'une de ces plaques sert de couvercle, l'autre est placée au fond du vase. Par une ouverture pratiquée dans le couvercle on introduit une solution de sulfate de cuivre à laquelle on ajoute 1/12 d'acide sulfurique. La présence de l'acide, paraît-il, rend la pile immédiatement applicable. La surface intérieure du vase sert de pôle négatif et la lame de plomb amalgamé de pôle positif.

M. Pickering, de Boston, s'est occupé de l'influence des spectres de diverses sources lumineuses sur l'œil. Il résulterait

de ses expériences que l'action nuisible de certaines lumières sur la vue serait exclusivement due à la chaleur rayonnante de la flamme qui est réfléchie dans l'œil par les pages imprimées et par tous les papiers blancs qui se trouvent sur la table. Les différentes couleurs du spectre ne produiraient aucun effet nuisible.

Si les idées de M. Pickering sont justes, il serait utile de protéger les yeux pendant les longues lectures au moyen d'écrans adiathermanes.

M. Collet a présenté dans la séance de la Société de physique, le 17 février dernier, le compas imaginé par sir W. Thomson pour réaliser pratiquement une méthode de compensation due à M. Airy. Les causes perturbatrices qui, sur un bâtiment, agissent sur une boussole, sont dues, soit aux pièces de fer *dur*, aimantées d'une façon permanente, soit aux pièces de fer doux qui s'aimantent temporairement sous l'influence de la terre; elles donnent naissance à des erreurs dites *semi-circulaires* et *quadrantales*. Les moyens généralement employés pour compenser ces effets sont insuffisants. Sir W. Thomson compose ses boussoles d'aiguilles très courtes et d'un moment magnétique faible, qui portent une rose très légère. Cette disposition a les avantages suivants : 1° elle permet une correction parfaite de la déviation quadrantale; 2° la durée d'oscillation de la boussole est très différente de celle du roulis, et on n'a pas à craindre les effets de synchronisme; 3° elle permet enfin d'employer, pour compenser le compas, en temps de brune, un *déflecteur*.

Nous ne pouvons omettre dans notre *Revue de physique* de mentionner un important ouvrage publié par la librairie G. Masson.

MM. Mascart et Joubert viennent de faire paraître leurs leçons si impatiemment attendues, *sur l'Électricité et le Magnétisme*. Le premier volume, le seul en vente jusqu'à présent, comprend les phénomènes généraux et la théorie. Le second comprendra les applications.

M. Mascart devait au monde savant et aux nombreuses personnes qui ne peuvent suivre son cours du Collège de France de fixer son enseignement en un monument durable. Il avait commencé par son *Traité d'électricité statique* dont le succès a été si considérable. Il continue à présent par le magnétisme et l'électro-dynamique.

« Après avoir, disent les auteurs dans leur préface, rappelé et coordonné les faits qui servent à l'établissement de la théorie, nous en avons étudié les conséquences mécaniques. Ce premier volume constitue ainsi un ouvrage distinct, et on pourrait résumer la pensée qui nous a guidés en le considérant comme un *Essai sur la théorie mécanique de l'électricité*, si un pareil titre n'etait trop ambitieux. »

Nous reviendrons sur cet ouvrage dans notre prochaine *Causerie bibliographique*.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1882

Prix décernés. — Année 1881.

Mécanique. — *Prix extraordinaire de six mille francs.* — La commission a divisé le prix en deux parts de 3000 francs qu'elle a décernées :

L'une à M. *Sebert*, l'autre à M. *Brault*.

Les expériences d'artillerie donnent lieu à des phénomènes qui sont si brusques et si violents que l'on a été conduit jusqu'à ce jour à les considérer comme instantanés, et à se contenter, par suite, de notions incomplètes sur les conditions de leur production.

Depuis plus de dix ans, M. le lieutenant-colonel Sebert s'est proposé d'approfondir, en tenant compte des durées des phénomènes, les lois de la combustion de la poudre, tant en vase clos que dans l'âme des bouches à feu, de déterminer, en fonction du temps, les effets produits par le tir sur les bouches à feu ou sur les affûts, et enfin d'enregistrer la loi du mouvement des projectiles.

M. *Brault* est le premier à avoir étudié l'intensité du vent à la surface de la mer, comme on avait étudié jusqu'ici sa direction.

Les cartes de l'Atlantique nord parurent en 1875 et contiennent 230 000 observations de direction et 230 000 observations d'intensité.

En 1876, parurent les cartes de l'Atlantique sud, et en 1880 celles de la mer des Indes et du Pacifique.

Les cartes françaises contenaient 1 320 000 observations.

La position qu'occupe aujourd'hui M. Brault à la tête du service central météorologique de la marine permet de conclure que de tous ces matériaux, qui ne feront qu'augmenter encore, sortiront chaque année quelques conclusions utiles à la navigation et à la science.

Prix Poncelet. — La commission décerne, à l'unanimité, le prix Poncelet, pour l'année 1881, à M. *Briot*, à raison de l'ensemble de ses travaux mathémathiques, et spécialement pour son ouvrage sur la *Théorie des fonctions abéliennes*.

Prix Montyon. — La commission du prix de mécanique de la fondation Montyon a été d'avis, cette année, qu'il y avait lieu de le répartir entre deux mérites de natures très différentes, entre M. *Armengaud* père et M. *G. Sire*.

M. Armengaud est certainement, de tous les auteurs qui ont écrit sur la mécanique industrielle, celui qui a été le plus consulté par les praticiens. Sa publication industrielle des machines, outils et appareils employés dans les arts mécaniques est sans contredit le recueil le plus vaste et le plus fidèlement renseigné que nos constructeurs aient à leur disposition.

Le polytrope de M. Sire en 1862, son pendule gyroscopique et enfin son dévioscope, qui date de cette année même, mettent en complète clarté des résultats d'un grand intérêt scientifique, et l'on sait combien la théorie des mouvements relatifs a servi au progrès de nos connaissances mécaniques dans les questions les plus délicates.

Prix Plumey. — M. le commandant *G. Fleuriais* s'applique, depuis plusieurs années, à perfectionner les instruments de navigation pour les mettre à la hauteur de la marine à vapeur.

Depuis vingt ou trente ans, on avait proposé de nouveaux procédés pour prendre plus facilement des observations de nuit à la mer; la mesure de la vitesse des navires et la constatation de la direction suivie sur l'eau étaient des problèmes dont on avait cherché la solution, mais jusqu'à présent aucun des procédés imaginés n'avait été trouvé assez satisfaisant pour entrer dans la pratique et devenir réglementaire.

M. Fleuriais a eu le talent de résoudre ces questions délicates d'une manière assez pratique pour avoir été d'une application immédiate sur les navires de la flotte et pour rendre ainsi des services.

Prix Fourneyron. — L'Académie avait pensé qu'en affectant le prix Fourneyron à la meilleure locomotive pour tramways, d'abord en 1877, ensuite en 1879, elle se trouverait en présence, au moment de l'attribution qu'elle aurait à en faire cette année, de solutions parfaitement sanctionnées dans la pratique et entre lesquelles elle pourrait faire un choix avec une entière sécurité.

Les faits n'ont pas répondu à cette attente et la commission a proposé, avant de retirer la question du concours, d'accorder à M. *Mékarski*, personnellement, un encouragement de la valeur de mille francs.

ASTRONOMIE. — *Prix Lalande.* — M. *Swift*, de Rochester (États-Unis), se livre depuis quatre ans environ à la recherche des comètes; dans ce court intervalle de temps, il n'en a pas trouvé moins de sept. Il a été assez heureux pour découvrir une comète périodique, la comète III de 1869, découverte par Tempel.

Le prix a été décerné à M. *Swift.*

Prix Valz. — M. *D. Gill*, lauréat de ce prix, actuellement directeur de l'Observatoire du cap de Bonne-Espérance, est connu des astronomes par ses beaux travaux sur la détermination de la parallaxe du soleil, au moyen des observations de Mars ou d'une petite planète convenablement choisie.

Quand on veut déterminer par cette voie la parallaxe du soleil, on a recours ordinairement aux observations faites par deux astronomes situés dans les deux hémisphères.

Il existe une autre méthode qui ne présente pas ces inconvénients; un seul astronome, sans se déplacer, peut déterminer la parallaxe de Mars, et par suite celle du soleil; ici, le changement de position de l'observateur est produit par le mouvement de rotation de la terre.

M. Gill l'a employée deux fois avec succès :

Une première fois à l'île Maurice, en 1874, où il était allé observer, avec lord Lindsay, le passage de Vénus. En second lieu, M. Gill s'est transporté à l'île Ascension, pour y observer Mars pendant l'apparition de 1877.

PHYSIQUE. — *Prix Lacaze.* — La commission a décerné le prix de la fondation Lacaze (pour la physique) à M. *Gaston Planté*, auteur d'importants travaux relatifs à l'électricité.

M. Planté a présenté à l'Académie, dès 1859, ses premières recherches sur la polarisation voltaïque.

Ayant reconnu que la force électromotrice secondaire d'un voltamètre à lames de plomb dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique était plus énergique et plus persistante que celle des autres métaux, il a été conduit à construire, en 1860, des couples secondaires d'une grande énergie, qui sont devenus classiques, et dont les applications se multiplient chaque jour.

En étudiant attentivement les actions chimiques produites dans ces couples, M. Planté a pu en augmenter la capacité accumulatrice par une série d'opérations qu'il a désignée sous le nom de *formation*, leur a donné la faculté de conserver leur charge pendant longtemps, et il est parvenu de cette manière à obtenir, pour ainsi dire, l'*emmagasinement* de la force de la pile voltaïque, résultat dont l'industrie pourra tirer peut-être un grand parti.

Considérant cet appareil au point de vue des analogies qu'il présente avec ceux qui servent en mécanique à accumuler les forces, M. Planté en a mesuré le *rendement* et a reconnu qu'un couple secondaire convenablement *formé* constituait un *accumulateur* assez parfait du travail et de la pile voltaïque. Il en a signalé de nombreuses applications, et tout porte à croire que l'on en réalisera de nouvelles.

Non content d'accumuler le travail d'une pile primaire, M. Planté s'est appliqué à la *transformer*, de manière à obtenir une tension beaucoup plus élevée que celle de la source primitive, à l'aide de batteries ingénieusement disposées, et c'est ainsi qu'il est parvenu à développer, avec deux simples couples de Grove ou de Bunsen, une force électromotrice égale à 1200 de ces éléments, en chargeant une batterie de 800 couples secondaires disposés en surface et la déchargeant en tension conformément à la loi de Volta sur l'addition des forces électromotrices.

Au moyen de sa machine rhéostatique, M. Planté est parvenu à obtenir des étincelles de $0^m,12$ de longueur à l'air libre, sous l'influence de sa batterie secondaire de 800 couples. Cette longueur est proportionnelle, du reste, au nombre des condensateurs de cette machine.

C'est aussi à M. Planté que l'électrolyse doit la substitution des électrodes en fil de plomb aux électrodes en fils de platine, qu'on croyait jusque-là indispensables, et l'industrie a tiré un grand parti de cette substitution.

STATISTIQUE. — *Prix Montyon.* — Eu égard à l'importance des pièces envoyées au concours, l'Académie a décerné deux prix, l'un à M. *Antony Roulliet*, pour son *Histoire des institutions de prévoyance en France*; l'autre à M. *Bezançon* pour un *Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, de 1872 à 1877.*

Elle a accordé une récompense de *quatre cents francs* à M. *Clément* pour les *Tables des registres de l'état civil de Valenciennes*, et deux mentions honorables : l'une à M. *Amat*, pour ses *Recherches statistiques et médicales sur la ville de Cette*; l'autre à M. *Arthur Chervin*, pour un *Essai de géographie médicale de la France, d'après les infirmités constatées chez les conscrits par les conseils de revision pour le recrutement de l'armée, de 1850 à 1869.*

Enfin, elle a réservé les droits de MM. Cheysson, Lecadre et Maher, par ordre alphabétique.

CHIMIE. — *Prix Jecker.* — Les travaux de M. *A. Le Bel* ont eu pour objet principal l'étude des corps possédant le pouvoir rotatoire moléculaire.

Les formules de constitution des combinaisons organiques, fondées sur la tétratomicité du carbone, si propres à représenter et à expliquer les nombreux cas d'isomérie que présentent ces combinaisons, s'étaient montrées impuissantes à faire comprendre les isoméries plus délicates qu'introduisent les différences de pouvoir rotatoire entre des composés identiques à tous les autres points de vue.

M. Le Bel, en même temps que M. van't Hoff, a été conduit à admettre que les seuls composés susceptibles de présenter le pouvoir rotatoire sont ceux qui renferment ce qu'il a appelé un *carbone asymétrique*, c'est-à-dire un atome de carbone dont les quatre atomicités ou valences sont saturées par quatre atomes ou groupes d'atomes différents.

Prix Lacaze.— M. Hautefeuille et M. Chappuis ont fait sur l'ozone une série de recherches très remarquées, dans lesquelles ils ont préparé l'ozone à un degré de concentration inconnu jusqu'alors. Ils obtiennent de l'oxygène électrisé à 50 pour 100 d'ozone, tandis que la proportion d'ozone dans l'oxygène ne s'élevait guère, avant ces recherches, à plus de 10 pour 100. Cette forte proportion permet de constater de nouvelles et importantes propriétés de ce remarquable corps. L'ozone est liquéfiable; sa liquéfaction est un peu plus difficile seulement que celle de l'acide carbonique, mais elle est bien moins difficile que celle de l'oxygène ordinaire; l'ozone est coloré, et sa couleur rappelle la couleur bleue du ciel; il a un spectre d'absorption bien défini et distinct de celui des composés oxygénés de l'azote, qui peuvent prendre naissance sous l'influence de l'étincelle ou de l'effluve électrique, quand l'oxygène est mélangé d'azote.

Ces recherches ont fait faire à nos connaissances sur l'ozone un progrès important qui a encore augmenté les titres de M. *P. Hautefeuille*, à qui l'Académie décerne le prix Lacaze pour la chimie.

Géologie. — *Grand prix des sciences physiques.* — L'Académie avait proposé, pour sujet d'un grand prix des sciences physiques à décerner en 1881, la question suivante :

Description géologique approfondie d'une région de la France.

Deux ouvrages ont été envoyés au concours :

L'un (n° 1) a pour titre : *les Terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône.* Il se compose de 7 fascicules grand in-8° (720 pages et de 26 planches de coupes et de fossiles. L'auteur est M. *F. Fontannes.*

L'autre (n° 2), par M. *G. Vasseur*, est intitulé : *Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la Bretagne*, un volume in-8° de 432 pages, avec 29 coupes et 6 cartes géologiques.

Ces deux ouvrages ne répondent exactement ni l'un ni l'autre à la question proposée, les auteurs s'étant bornés à la description des assises les plus récentes, des régions qu'ils ont étudiées, et n'ayant point donné une *description géologique approfondie* de ces régions, ainsi que la question proposée le demandait.

L'Académie ne décerne pas cette année le grand prix des sciences physiques, mais elle donne à chacun des deux concurrents une mention *très honorable* et un encouragement de *quinze cents francs.*

Elle demande en outre que la question soit remise au concours pour l'année 1883, sous cet énoncé, légèrement modifié : *Description d'une région géologique de la France ou de l'Algérie.*

Botanique. — *Prix Barbier.* — Parmi les travaux adressés à l'Académie pour le prix Barbier, quatre ont plus spécialement fixé l'attention de la commission.

I. L'un de ces travaux, celui qui a pour titre : *Traité de pharmacie galénique*, par M. *E. Bourgoin*, professeur à l'école de pharmacie de Paris, est un gros volume, dans lequel l'auteur, bien connu par d'importantes recherches de chimie organique qui lui ont mérité, en 1879, une part du prix Jecker, présente, avec de savants détails et sous un jour nouveau, les opérations et les corps principaux entrant dans les composés dits galéniques.

II. L'essai sur l'*Anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des cucurbitacées*, par M. *Lotar*, professeur à la faculté mixte de Lille, présente un ensemble considérable de recherches histologiques sur les divers genres de cette famille, l'un des plus singuliers types de l'embranchement des plantes phanérogames.

III. L'*Étude botanique, chimique et physiologique sur le* Thalictrum macrocarpum, par M. *Émile Doassans*, est une œuvre sérieuse, qui a pour sujet une plante très rare de la flore des Pyrénées.

IV. Sous le titre de : Philtres, charmes, poisons. *Antiquité, moyen âge, renaissance, temps modernes*, M. *Étienne Gilbert* a publié une très savante étude, qui commence avec les Égyptiens pour finir au XVIII° siècle, avec la Brinvilliers.

L'Académie décerne, à titre d'encouragement, à M. *Bourgoin*, pour son *Traité de pharmacie galénique*, une somme de *mille francs;*

A M. *Lotar*, pour son *Essai*, etc., *sur les Cucurbitacées*, et à M. *Émile Doassans*, pour son *Étude sur le* Thalictrum, *cinq cents francs* à chacun.

Une mention honorable est accordée à M. *Étienne Gilbert*, pour son ouvrage sur les *Philtres, charmes*, etc.

Prix Alhumbert. — Les travaux de M. *Gayon*, relatifs à la fermentation alcoolique par les mucors, ont attiré l'attention de la commission.

Ayant isolé à l'état de pureté un certain mucor, l'auteur montre que, vis-à-vis du sucre de canne, le mucor se comporte tout autrement que la levure de bière.

Cette découverte a ouvert la voie à d'autres observateurs, et l'on sait aujourd'hui que les diverses levures se comportent diversement vis-à-vis du sucre de canne, les unes, comme la levure de bière, l'intervertissant, les autres, comme la levure apiculée, ne l'intervertissant pas. La propriété de produire de l'invertine, que M. Gayon a montrée variable d'un genre à l'autre, se trouve maintenant varier d'une espèce à l'autre dans le même genre, résultat dont la portée physiologique n'échappe à personne.

L'Académie décerne à M. Gayon le prix Alhumbert.

Prix Desmazières. — Le prix Desmazières est décerné à M. *Paul Petit*, pour l'ensemble de ses travaux sur les algues inférieures.

C'est surtout aux diatomées que M. Petit a consacré ses plus longues recherches et ses plus patients efforts; il s'est acquis, dans cette branche spéciale de la science, une compétence reconnue de tous.

Prix Thore. — Ce prix, alternativement décerné à l'entomologie et à la botanique cryptogamique, revenait cette année à la botanique.

Parmi les travaux présentés, on a distingué une série de mémoires sur les mousses, par M. *Em. Bescherelle*, savant bryologue, qui publiait déjà, il y a bientôt vingt ans, l'herbier des mousses et hépatiques de la région de Paris, en collaboration avec M. E. Roye.

Le prix Thore est accordé à l'ensemble des recherches de M. *Em. Bescherelle* sur la bryologie.

Prix Bordin. — L'Académie avait posé la question suivante pour le prix Bordin :

« Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs : racines, tiges, feuilles, etc. »

L'Académie accorde à l'auteur du mémoire intitulé : *De l'influence qu'exerce le milieu sur la végétation, la forme et la structure des plantes*, M. Mer, une somme de *quinze cents francs*, comme encouragement à poursuivre ses recherches et elle maintient au concours, pour l'année 1883, la question de ce prix Bordin, dans les termes où elle l'a déjà proposée.

L'Académie avait proposé comme sujet de concours, pour l'un des prix Bordin à décerner en 1881, la question suivante :

« Étude comparative de la structure et du développement du liège, et, en général, du système tégumentaire dans la racine. »

Le travail de M. *L. Olivier : Recherches sur l'appareil tégumentaire des racines*, a montré que les formations secondaires sont le plus souvent de nature subéreuse, parfois aussi simplement parenchymateuses et qu'elles apparaissent à des profondeurs diverses, selon la situation de la zone primaire qui leur a donné naissance.

M. *Louis Olivier* obtient le prix Bordin pour 1881.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE. — *Grand prix des sciences physiques*. — Dans un travail ayant pour titre : *Contributions à l'étude de l'appareil circulatoire des crustacés édriophthalmes marins*. Une partie seulement du programme tracé par l'Académie a été traitée.

Le mécanisme du cœur a attiré l'attention de l'auteur; il a vu que cet organe pouvait varier beaucoup dans sa forme et que, tubulaire chez les espèces allongées, il devenait pyriforme chez celles dont le corps est élargi.

La circulation du sang des lœmodipodes était à peine connue; M. Delage a montré que la disposition de l'appareil vasculaire est la même que chez les amphipodes, sauf les modifications entraînées par l'atrophie de l'abdomen, et que l'aorte forme autour du cerveau un anneau précérébral semblable à celui de ces crustacés.

Tels sont les principaux faits qui semblent acquis à la science par les recherches de M. *Yves Delage*, à qui l'Académie décerne le grand prixs des ciences physiques pour 1881.

Prix Savigny. — La commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour l'année 1881.

MÉDECINE ET CHIRURGIE. — *Prix Montyon*. — *La fièvre jaune à la Martinique*. — *Les maladies des Européens aux Antilles* sont les titres de deux ouvrages de M. *Bérenger-Féraud*, médecin en chef de la marine.

D'où vient la fièvre jaune à la Martinique? Y est-elle importée? Naît-elle sur les lieux? N'y a-t-il pas, quelle que soit son origine première, des conditions accidentelles de milieux qui favorisent sa propagation?

Pour résoudre ces différentes questions, M. Bérenger-Féraud s'est livré à un long et pénible travail de dépouillement des documents relatifs à l'apparition de la fièvre jaune à la Martinique depuis 1635, date de la découverte de l'île jusqu'à nos jours, et cette analyse raisonnée l'a conduit à cette conclusion : que la fièvre jaune était une maladie importée qui se propageait par contagion avec plus ou moins d'activité, suivant la nature des conditions atmosphériques régnantes au moment de l'importation.

Les études météorologiques, faites avec beaucoup de soin, montrent les rapports qui existent entre les courants aériens et les maladies prédominantes, à de certains moments. Avec les vents du sud-ouest coïncide la fièvre jaune; avec ceux du nord-est, les maladies dysentériques.

Ces rapports résultent, avec une grande précision, d'un relevé chronologique de tous les documents relatifs aux maladies observées depuis 1819 jusqu'en 1877.

Après cet exposé des influences générales vient une étude des conditions spéciales dans lesquelles se développent les maladies auxquelles les Européens sont plus particulièrement exposés.

Tout ce que l'observation a permis de saisir sur ce sujet est indiqué dans le livre de M. *Bérenger-Féraud*, avec la compétence que lui a donnée sa longue expérience des lieux et des choses.

L'un des prix Montyon de médecine et de chirurgie lui est décerné.

Le nom de daltonisme, sous lequel on désigne généralement une anomalie de la faculté visuelle, est un hommage rendu au malade observateur de soi-même, qui a fait servir au bien de tous l'étude de sa maladie : grand service rendu, en effet, puisque aussi bien la fausse appréciation des couleurs conduit nécessairement à des jugements erronés sur la signification des signaux destinés à parler aux yeux, et peut devenir la cause des accidents les plus redoutables, lorsque ceux qui ne perçoivent pas les couleurs comme tout le monde ont la charge de la direction soit des corps d'armée, soit des navires, soit des trains de chemin de fer. En de telles occurrences, un signal méconnu peut entraîner les plus grands désastres.

C'est sous la préoccupation de cette idée que M. le docteur *Favre*, de Lyon, a fait du daltonisme l'objet de ses études assidues depuis plus de trente-six ans, de 1854 à 1881.

La commission des prix de médecine et de chirurgie a accordé à M. *Favre* l'un de ses prix, pour l'ensemble de ses travaux sur le daltonisme, de 1854 à 1881.

M. *Paul Richer*, l'auteur d'*Études sur la grande hystérie*, montre, que dans l'attaque hystérique rien n'est livré aux hasards; que tout se passe suivant de certaines règles bien déterminées, constantes, invariables à quelques nuances près, à l'hôpital comme sur les malades de la ville; les mêmes dans tous les temps, pour tous les pays, chez toutes les races.

Il fait ressortir que l'anesthésie, l'achromatopsie, le transfert, les oscillations consécutives, phénomènes vulgaires de l'hystérie aujourd'hui connus jusque dans leurs moindres détails et ramenés même, pour la plupart, à leurs conditions physiologiques, constituent désormais, soit qu'on les considère individuellement, soit qu'on les envisage dans leurs relations réciproques, une caractéristique très nettement déterminée, que ne saurait fausser, aux yeux d'un médecin initié par l'étude, l'intervention de la simulation et de la fourberie.

La commission a récompensé ce travail si intéressant en lui accordant l'un de ses prix Montyon.

La commission des prix de médecine et de chirurgie a attribué l'une de ses mentions à M. *Dastre*, professeur suppléant de physiologie à la Faculté des sciences, pour son *Étude critique des travaux récents sur les anesthésiques*.

Une mention a été accordée à M. le docteur *Dejerine* pour

un ensemble de travaux sur l'anatomie et la physiologie pathologiques.

M. *Toussaint* a eu le mérite de pressentir combien la découverte de la prophylaxie par l'inoculation devait être féconde, et il se mit immédiatement à l'œuvre pour tâcher d'obtenir les mêmes résultats que M. Pasteur, avec un autre virus : celui du charbon bactéridien, tout autant énergique que celui du choléra des oiseaux.

Sans doute que sa méthode, à la considérer au point de vue de l'application économique, laisse au hasard une part trop grande, les bactéridies modifiées par la chaleur étant susceptibles, sans qu'on puisse le prévoir, de récupérer, à un moment donné, toute leur énergie dans le milieu organique où on les a introduites, et de donner lieu à des accidents mortels.

Néanmoins la commission des prix de médecine et de chirurgie a accordé une mention à M. *Toussaint* pour sa découverte de la vaccination du virus charbonneux par la chaleur.

Prix Bréant. — Le livre de M. *Léon Colin,* intitulé : *Traité des maladies épidémiques* (origine, évolution, prophylaxie), et qui avait été réservé l'année dernière pour le concours de cette année, contient une étude très intéressante, faite en partie à l'aide de documents nouveaux, sur toutes les questions relatives aux épidémies. Les recherches de l'auteur sur la fièvre typhoïde surtout sont d'une grande importance, car elles ont conduit à généraliser une mesure qui n'avait été jusque-là mise en pratique que d'une façon exceptionnelle et insuffisante : l'*évacuation des foyers épidémiques.*

Aussi la commission n'hésite-t-elle pas à décerner à M. *Léon Colin,* professeur au Val-de-Grâce, le prix annuel constitué par l'intérêt du capital du prix Bréant.

Prix Godard. — Le mémoire de M. le docteur *Dubar,* qui a pour titre : *De l'affection tuberculeuse de la mamelle,* s'occupe d'une maladie rare, difficile à déterminer, que les cliniciens, et notamment Velpeau, ont entrevue et admise, sans pouvoir en donner la démonstration anatomique.

C'est cette lacune que M. Dubar a essayé de combler. Ayant eu à sa disposition deux pièces sur lesquelles la maladie était assez récente, il les a étudiées à l'œil nu et au microscope. A l'œil nu, il a trouvé une substance grisâtre analogue aux fongosités des membranes synoviales. Au microscope, il a trouvé des granulations, des noyaux séparés et agglomérés, dont un grand nombre à l'état caséeux, et, à l'exemple des auteurs modernes qui, dans les synoviales fongueuses, considèrent les éléments qui précèdent comme caractéristiques du tubercule, il a pensé que le tissu analogue dans la mamelle appartenait à une lésion de même nature.

La commission a décerné à M. Dubar le prix Godard pour 1881.

Prix Serres. — M. *E. van Beneden* a consigné ses utiles recherches, portant sur le développement des vertébrés, aussi bien que des invertébrés, dans vingt-trois brochures et volumes.

Le nombre des observations, celui des dispositions organiques évolutives signalées et jusqu'alors non décrites, le soin et l'exactitude apportés dans leur représentation, dans l'indication des procédés à suivre pour les constater, ne sont pas tout ce que la commission a jugé digne d'être récompensé. C'est aussi l'esprit logique et rigoureux dans les inductions qui ont conduit l'auteur vers la recherche de faits importants encore neufs ou peu connus. C'est enfin la sagacité avec laquelle il a comparé les notions anatomiques et physiologiques de même ordre, sur de nombreuses espèces d'invertébrés d'une part, de vertébrés de l'autre ; contrôlant les unes de ces notions par les autres, il a pu leur donner ce caractère de certitude, en même temps que de généralité, voulu pour qu'elles deviennent réellement scientifiques.

M. Édouard van Beneden obtient le prix Serres.

Prix Lallemand. — L'Académie est appelée à décerner, pour la première fois, un prix fondé par l'un de ses membres éminents, le chirurgien Lallemand.

Parmi les travaux soumis à l'appréciation de la commission se trouve le *Traité des maladies mentales* (1881) de M. le docteur *Luys,* qui entre pleinement dans les conditions du concours formulées par Lallemand.

Cet ouvrage se distingue de tous ceux du même ordre par ce fait que l'anatomie, la physiologie et la pathologie de l'encéphale y sont traitées par le même auteur. Cette particularité donne un caractère scientifique propre à l'ensemble de ce travail.

L'Académie décerne à M. le docteur Luys le prix Lallemand.

Prix Montyon (*physiologie expérimentale*). — Depuis plusieurs années, M. *d'Arsonval* poursuit une série de recherches sur la chaleur animale, en se plaçant au double point de vue de la mesure des températures et de la détermination des quantités de chaleur produites par les êtres vivants.

Le galvanomètre lui-même a reçu d'importantes modifications : MM. d'Arsonval et Deprez ont imaginé de renverser la disposition de cet instrument en le formant d'un cadre métallique à travers lequel passe le courant et qui oscille à la manière d'une balance dans un champ magnétique très dense. Ce galvanomètre ne subit pas l'influence des corps magnétiques environnants : il est portatif et d'une extrême sensibilité. Tous ces avantages sont particulièrement précieux pour les physiologistes.

D'autres progrès devaient bientôt être réalisés encore. M. d'Arsonval, sentant qu'il importait de pouvoir suivre à chaque instant la production de la chaleur, combina son calorimètre avec les appareils inscripteurs de l'écoulement des liquides. Le calorimètre se trouva ainsi transformé en un *calorigraphe,* qui traduit par une courbe la quantité de chaleur dégagée en fonction de temps.

C'est ainsi que, par les perfectionnements successifs de sa méthode et de ses appareils, M. d'Arsonval a rendu la calorimétrie plus facile. Ce savant a ouvert ainsi aux expérimentateurs un vaste champ à explorer, et il a lui-même obtenu, dans cette voie, des résultats importants.

En conséquence, l'Académie décerne à M. d'Arsonval le prix Montyon de physiologie expérimentale.

Prix Lacaze. — La commission chargée d'examiner les titres des candidats au prix Lacaze a fixé son choix sur M. *Brown-Sequard,* professeur au Collège de France.

Les titres de M. Brown-Sequard sont considérables.

Dans ces dernières années, il s'est attaché à l'étude d'actions peu connues jusqu'à lui et dont il a étendu considérablement le domaine : ce sont les actions inhibitoires que des lésions ou irritations de certaines parties du système nerveux peuvent exercer à distance sur les propriétés et l'activité physiologiques de certaines autres parties du même système.

L'Académie décerne le prix Lacaze à M. E. Brown-Sequard.

Prix Montyon (*arts insalubres*). — Dans une grande usine

située à Courrières (Pas-de-Calais), MM. *Tilloy-Delaune* et M. *Camille Vincent* sont arrivés à tirer des vinasses un parti des plus avantageux; en distillant ces produits en vases clos, ils obtiennent des substances fort complexes, notamment de l'ammoniaque, de l'alcool méthylique, une série de bases pyridiques de nitriles et des acides de la série grasse et des quantités considérables de triméthylamine.

La commission des arts insalubres décerne à MM. Camille Vincent et Tilloy-Delaune le prix des arts insalubres de la fondation Montyon.

La commission accorde une indemnité de *cinq cents francs* à M[lle] *de Rostaing,* à l'occasion des travaux qu'elle a exécutés avec son frère, décédé, sur la conservation des viandes par l'action des poudres végétales neutres, telles que la farine de garance, etc.

Prix Trémont. — La commission propose de décerner le prix Trémont, de l'année 1881, à M. *Golaz*. Modeste collaborateur de M. Regnault, M. Golaz a construit tous les appareils de l'illustre physicien.

Prix Gegner. — La commission décerne, à l'unanimité, le prix Gegner, de l'année 1881, à M. *Lemonnier,* pour l'encourager à poursuivre ses travaux de mathématiques pures.

Prix J. Reynaud. — La commission chargée de décerner le prix institué par M[me] J. Reynaud a jugé, d'un avis unanime, que la découverte du principe de la dissociation désignait au choix de l'Académie M. *Henri Sainte-Claire Deville*.

Prix fondé par M[me] la marquise de Laplace. — Le président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste,* l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des probabilités* à M. *Léon-Augustin Janet,* né le 6 décembre 1861, à Paris, et entré, en qualité d'élève-ingénieur, à l'École des mines.

Prix proposés pour 1882, 1883, 1884, 1885 et 1886.

1882

Grand prix des sciences mathématiques. — Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile aux progrès des sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des ponts et chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses sections.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter.

Prix Valz. — Astronomie.

Grand prix des sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

Prix Bordin. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la botanique, ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la cryptogamie.

Prix Vaillant. — De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.

Grand prix des sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

Prix Savigny, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Montyon. — Médecine et chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Lallemand — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Faire connaître, pour les côtes de France baignées par l'Océan et par la Méditerranée, les dépôts marins, ainsi que les dépôts lacustres et terrestres qui se sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement depuis l'époque romaine.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Cuvier. — Destiné à l'ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la géologie.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la science.

Prix Jérôme Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la science.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École polytechnique.

1883

Prix Fourneyron. — Étude théorique et expérimentale sur les différents modes de transmission du travail à distance.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la physique, sur la chimie et sur la physiologie.

Grand prix des sciences physiques. — Description géologique d'une région de la France ou de l'Algérie.

Prix de la Fons-Mélicocq — Décerné au meilleur ouvrage de botanique sur le nord de la France.

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

Prix Bordin. — Recherches relatives à la paléontologie, botanique ou zoologique de France ou de l'Algérie.

Prix Morogues. — Décerné à l'ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'agriculture en France.

Grand prix des sciences physiques. — Développement histologique des insectes pendant leurs métamorphoses.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de médecine légale ou de médecine pratique.

Prix Alphonse Pénaud. — Destiné à celui qui aura le plus fait progresser la question de la locomotion aérienne, soit par les ballons, soit par l'aviation.

1884

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la physiologie et à la médecine.

1885

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort, et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1886

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

REVUE DU TEMPS

Janvier 1882.

Le mois de janvier dernier mérite d'attirer notre attention d'une manière toute particulière par la persistance et l'intensité des aires de hautes pressions qui ont occupé l'Europe centrale depuis le 9.

Cette stabilité très grande de la circulation atmosphérique nous amène à partager le mois en deux périodes seulement.

La première, du 1er au 8, est caractérisée par le passage de fréquentes dépressions au nord-ouest et au nord de l'Europe, dépressions dont le cercle d'action s'étend jusqu'à nos régions, en particulier les 3 et 6 janvier. Des pluies abondantes tombent alors sur presque toute la France, sur le versant de l'Atlantique.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en janvier 1882.

Le 8, une aire de hautes pressions envahit nos régions par l'Espagne : elle est accompagnée de gelées nocturnes.

Les hautes pressions s'établissent définitivement sur l'Europe le lendemain où elles persistent jusqu'à la fin du mois. Leur centre se transporte lentement vers le nord-est et, du 14 au 17, se trouve sur la Pologne.

Une dépression se montre le 11 sur le golfe de Bothnie et le 12 vers Moscou. Cette dépression, qui est accompagnée d'une tempête violente, a causé des désastres sur la mer Caspienne, en jetant à la mer les glaces du Volga avec les navires qui s'y trouvaient engagés.

En France, le temps est couvert, et à Paris en particulier, depuis le 11 janvier à quatre heures du matin jusqu'au 27 ; le ciel est resté absolument couvert sans qu'une seule éclaircie permît de voir le soleil ou les étoiles. Dans ces conditions, comme on pouvait s'y attendre, la température a été peu élevée, mais régulière, et les minima se sont peu abaissés. On a observé — 3°,2 le 25, et — 3°,7 le 27, par un ciel découvert.

A la fin du mois, le ciel est devenu assez clair, mais les vents S.-E. et S.-O. ont maintenu la température assez douce.

Il n'est pas difficile de saisir toute l'analogie de cette situation de l'atmosphère avec celle qui règne d'ordinaire dans les périodes froides de nos hivers : décembre 1879, janvier 1881. Le contraste entre les températures observées cette année et celles des mois précités est très grand, aussi a-t-on cherché à expliquer comment la même distribution des pressions n'a pas été accompagnée de températures analogues. La raison principale et immédiate se trouve, comme l'a fait remarquer M. Renou, dans l'état du ciel qui a été clair en 1879 et 1881 et couvert en 1882.

Mais à quoi tient cette augmentation notable dans la nébulosité du ciel ? c'est là une question qui ne paraît pas mûre aujourd'hui, et sur laquelle nous reviendrons dans une notice spéciale, lorsque les documents des pays éloignés nous auront montré l'ensemble de la circulation atmosphérique pendant la période de hautes pressions qui s'étend à janvier et à février.

Mentionnons encore parmi les particularités du mois la valeur barométrique observée le 17 janvier au parc Saint-Maur, et qui correspond à 786,9, chiffre qui n'avait été atteint dans ce siècle qu'en 1821.

Léon Teisserenc de Bort.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux

Archives de Virchow (t. LXXXIV, fascicule 3; t. LXXXV, fascicules 1, 2 et 3; t. LXXXVI, fascicules 1 et 2). — *Recklighausen* : Grenouillette, kyste de la glande de Bartholin et kyste du foie. — *Hermanides :* Développement de la circulation collatérale mesurée par le tonomètre de Talma. — *Neisser :* Étiologie de la lèpre. — *Virchow :* Méthode pour l'examen et le contrôle de la viande. — *Bockendahl* et *Laudwehr :* Examen chimique des organes leucéniques. — *Renzi :* Cure de la cirrhose vulgaire. — *Böttcher :* Dégénération amyloïde du foie. — *Landgerhaus :* Formation d'espaces cavitaires dans la moelle, à la suite de troubles circulatoires. — *Stahel :* Quantité de fer contenue dans le foie et la rate, dans diverses maladies. — *Maier :* Ganglions dans les voies excrétoires de l'urine. — *Rindfleisch :* Tuberculose. — *Leubuscher :* Expériences relatives à l'étiologie de l'invagination intestinale. — *Roth :* Changements microscopiques dans la structure des muscles par l'effet de la fatigue. — *Israel :* Plaies par arme à feu des nerfs du bras avec atrophie du membre. — *Lewin* et *Rosenthal :* Effets de la chrysarobine sur l'organisme. — *Stenschneider :* Étude sur les œuvres de Gafiki. — *Schwalbe :* Effet de l'alcool sur la cirrhose. — *Beneke :* Mensuration de la taille et du poids de tous les hommes d'un bataillon. — *Meyer :* Recherches anatomiques sur la paralysie diphthéritique. — *Müller :* Forme aiguë de l'empoisonnement par le phénol. — *Léopold :* Expériences sur l'étiologie des abcès. — *Krause :* Anatomie pathologique, avec autopsie dans deux cas d'ozène. — *Scheutaner :* Explication du papyrus d'Ebers sur la médecine des anciens Égyptiens. — *Boschulte :* Sur le cauchemar. — *Walstein :* Affections tuberculeuses du testicule. — *Virchow :* Valeur de l'expérimentation en pathologie. — *Kolessnikow :* Altérations du cerveau et de la moelle du chien dans la rage. — *Cohnheim* et *Schultess :* Expériences sur la ligature des artères coronaires du cœur. — *Uskoff :* Odontôme de la mâchoire inférieure. — *Weichselbaum :* Nevrôme des capsules surrénales, sarcomes du poumon et de la rate, lymphome de la rate. — *Langerhans :* Du traitement de la lèpre. — *Gruber :* De diverses anomalies. — *Martin :* De la division du noyau. — *Neftel :* Traitement des tumeurs par l'électrolyse. — *Uskoff :* Y a-t-il de la suppuration sans organismes inférieurs ? — *Grawitz :* Métastase cancéreuse dans l'estomac. — *Seidlitz :* Goître et crétinisme dans le Caucase. — *Lesshaft :* Positions et mouvements de l'estomac. — *Baumgarten :* Syphilis gommeuse du cerveau et de la moelle et ses relations avec la tuberculose. —

Langgaard : Action toxique du sternanis du Japon (*Illicium Religiosum*). — *Rawitzki* : L'opération césarienne dans le Talmud. — *Lebedeff* : Anancéphalie et *spina bifida* chez l'homme et chez les oiseaux. — *Israël* : Recherches expérimentales sur les relations entre les affections rénales et les altérations du système circulatoire. — *Ubthoff* : Dégénérescence de la conjonctive. — *Oller* : Dégénérescence hyaline des vaisseaux, comme cause de l'ambliopie saturnine. — *Israël* : Tersinome des reins. — *Bernhardt* : Croissance des ongles chez les individus sains et les malades.

— Journal de physique théorique et appliquée (janvier 1882). — *Berthelot* : Sur les limites de l'électrolyse. — *J. Clerk Maxwell* : Sur la théorie de l'entretien des courants électriques par le travail mécanique, sans employer d'aimants permanents. — *Brillouin* : Note au mémoire de Clerk Maxwell. — *Sir W. Thomson* : Sur un accumulateur uniforme du courant électrique. — *J. Macé, de Lépinay* et *W. Nicati* : Recherches expérimentales sur le phénomène de Purkinge. — *S.-V. Wroblewski* : Sur l'application de la photométrie à l'étude des phénomènes de la diffusion des liquides. — *A. Crova* : Vernis à écrire sur le verre.

— Revue de chirurgie (numéros 7 à 12, de juillet à décembre 1881). — *A. Verneuil* : Du paludisme considéré au point de vue chirurgical. —*Ollier* : De la résection de la hanche au point de vue de ses indications et de ses résultats définitifs. — *E. Vincent* : Plaies pénétrantes intrapéritonéales de la vessie. — *Ménard* : Recherches expérimentales sur le redressement brusque du *genu valgum*. — *Charvot* : Étude clinique sur les dépôts sanguins du pli du coude. — Dixième congrès de la Société allemande de chirurgie. — *L. Ollier* : De l'entorse juxta-épiphysaire et de ses conséquences immédiates ou éloignées au point de vue de l'inflammation des os. — *Verneuil* : Des conditions qui contre-indiquent la réunion immédiate. — *G. Poinsot* : Sur la résection tibio-tarsienne de cause pathologique. — *Gross* et *Rohmer* : Expériences sur le catgut employé pour la ligature des artères dans la continuité. — *Mayor* et *Quenu* : De l'artérite chronique dans le cancer et de l'hypergenèse du tissu élastique qui l'accompagne. — *Nicaise* : Du choix des tubes à drainage dits tubes de Chassaignac.

— Archives des sciences physiques et naturelles (t. VI, numéros 7 à 12, juillet à décembre 1881). — *F.-A. Forel* : Essai sur les variations périodiques des glaciers. — *William Marcet* : Recherches sur l'influence de la hauteur sur la respiration. — *Raoul Pictet* : Étude comparative de différentes qualités d'acier au point de vue de leur aimantation et de la permanence de leur pouvoir magnétique. — *G. Cellérier* : Quelques théorèmes de thermodynamique et leur application à la théorie de la vapeur d'eau. — *Thury* et *W. Meyer* : La comète *b* de 1881. — *A. Woeikof* : Congélation d'un lac salé. — *W. Meyer* : Sur l'enregistrement des battements de secondes d'une pendule au moyen du microphone. — *Louis Lossier* : Calcul électrolytiques. — *A. Forel* : Essai sur les variations des glaciers (suite).— Les tremblements de terre en Suisse de novembre 1879 à fin décembre 1880. — *Lucien Arlaud* : Les tremblements de terre à Chio. — *Van Lewnep* : Les tremblements de terre dans l'Asie mineure — *E. Renevier* : Le congrès géologique international de Bologne. — *E. Plantamour* : Résumé météorologique de l'année 1880 pour Genève et le grand Saint-Bernard. — Des mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air. — Colonel *Ch. von Orff* : Sur les mouvements du sol.

— Annales des sciences géologiques (t. XII, n° 1 et t. XIII, 1881). — *B. Renault* : Étude sur les stigmaria, rhizomes et racines sigillaires. — *Alph. Milne-Edwards* : Note sur un crustacé du terrain crétacé appartenant au genre Porcellana. — *OEhlert* : Note sur le calcaire de Montjean et Chalonnes (Maine-et-Loire). — *Gaston Vasseur* : Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale (432 pages avec 6 cartes).

— Journal de pharmacie et de chimie (t. IV et V, décembre 1881, janvier 1882). — *G. Planchon* : Note sur la matière médicale aux États-Unis. — *Filhol* (de Toulouse) : Note sur la composition chimique de l'eau minérale de Barèges, source de Barzun. – Action du soufre sur les sulfures alcalins. — *Jungfleisch* : Vanilline. — *Balland* : Sur un œuf d'autruche ancien. — *A. Riche* : Exposition d'électricité. — *P. Bert* : Sur la zone maniable des agents anesthésiques. — *G. Planchon* : Études sur les strychnos. — *Heckel* et *F. Schlagdenhauffen* : Nouvelles recherches chimiques et physiologiques sur le M'Boundon ou Icaja. — *P. Cazeneuve* : Sur une combinaison moléculaire du camphre et de l'aldéhyde. — *Lajoux* et *Grandval* : Salicylate de mercure.

— Journal de l'anatomie et de la physiologie de l'homme et des animaux (n° 6, novembre-décembre 1881). — *Ch. Robin* : Les anguilles mâles comparées aux femelles. — *J. Barrois* : Mémoires sur les membranes embryonnaires des salpes. — *Perroncito* : Observations sur le développement de l'*anguilla stercoris* (Bavay), pseudo *rabdites stercoralis* (Mihi) hors de l'organisme humain. — *Variot* : Note sur les lésions observées dans le purpura hémorragique. — *Picard* : Recherches sur la quantité d'urée du sang.

— Journal de physique théorique et appliquée (décembre 1881). — *C.-A. Bjerknes* : Phénomènes dits hydro-électriques et hydro-magnétiques. — *H. Dufet* : Variations des indices de réfraction du gypse avec la température. — *Pernet* : Sur la mesure des températures au moyen du thermomètre à mercure. — *A. Sokoloff* : Sur la polarisation singulière des électrodes.

— Annales de chimie et de physique (décembre 1881). — *Warren de la Rue* : Les phénomènes de la décharge électrique avec 14400 éléments au chlorure d'argent. — *William Crookes* : Sur la viscosité des gaz. — *Henri Bouilhet* : Conférence sur les procédés électrométallurgiques. — Discours du professeur Pasteur au congrès médical international (janvier 1882). — *C. Wolf* : Recherches historiques sur les étalons de l'Observatoire. — *C. Decharme* : Formes vibratoires des surfaces liquides circulaires. — *A. Graham Bell* : D'une modification du microphone de Wheatstone et de la possibilité d'appliquer cet instrument à des recherches radiophoniques. — *W. Longuinine* : Sur les chaleurs dégagées dans la combustion de quelques substances de la série grasse saturée.

— Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme (t. XII, 1881. n[os] 8, 9, 10 et 11). — *E. Chouquet* : Quaternaire de Chelles; géologie; faune; achuléen et moustérien. — *Jouan* : Les monuments mégalithiques des environs de Cherbourg. — *Salmon* : Dolmens de Sigus, arrondissement de Constantine (Algérie). — *Gross* : Le congrès d'anthropologie à Ratisbonne (Allemagne) et à Salzbourg (Autriche) en 1881. — *L. Pigorini* : Le musée préhistorique et ethnographique de Rome. — *Scarabelli, Gommi, Flamini* : Fouilles dans la caverne dite de Frasassi. — *G. Nicolucci* : Armes et ustensiles en pierres de la Troade; instruments en pierre de la province calabraise. — *Arturo Issel* : Nouvelles recherches sur les cavernes ossifères de la Ligurie. — *A. Incoronato* : Squelettes humains de la caverne delle Arene candide près Finalmarima, à Savone. Observations sur quelques crânes et squelettes humains recueillis dans les fouilles de l'Esquilin. — *A. Zannoni* : Les fouilles de la Chartreuse de Bologne. — *E. Eudes Deslongchamps* : La collection ethnographique du musée de Caen. — *Dulignon-Desgranges* : Stations préhistoriques du bas Médoc et de l'ancien littoral de l'Océan. — *A. Damour* : Nouvelles analyses sur la jadéite et sur quelques roches sodifères. — *P. Thomas* : Recherches sur les bovidés fossiles de l'Algérie. — *Gabriel et Adrien Mortillet* : Musée préhistorique; 1[re] décade paléo-ethnologique. — *A. Gaudry* : Sur une gisement de rennes près de Paris. — *G. de Saporta* : Les temps quaternaires; l'extension des glaciers. — *A. Geslin de Bourgogne* : Rapport sur l'exposition archéologique du concours régional de Rennes. — *A. Daubrée* : Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule. — *Francis Pérot* : Les âges préhistoriques; silex taillés; scies de Saint-Julien du Sault (Yonne). — Comte *Régis de l'Estourbeillon* : Groupement des populations de l'Armorique d'après la terminaison des noms de lieux. — Baron *J. de Baye* : L'industrie acheuléenne dans le loers de la Brie champenoise. — *Carlos Ribeiro* : Notice sur quelques stations et monuments préhistoriques. — *A. Mazard* : Sépulture antique de Cérétolo près de Bologne (Italie). — *Michel Hardi* : Explication de l'apparence de taille de certains silex tertiaires. — *F. Martin* : Les cimetières de la crémation.

— Archives générales de médecine (novembre 1881). — *Ch. Lasègue* : Le délire alcoolique n'est pas un délire, mais un rêve. — *E. Magitot* : Études cliniques sur les accidents de l'éruption des dents chez l'homme. — *E. Barié* : Contribution à l'histoire des paralysies d'origine intestinale. — *Monod* et *O. Terrillon* : De la contusion des testicules et de ses conséquences.

— Archivio per le scienze mediche (t. IV, fascicule 4, t. V, fascicules 1 et 2). — *Campans* : Étude anatomique d'un cas de lèpre tuberculeuse et anesthésique. — *Sanquirico* : Influence de la saignée sur la nutrition des tissus. — *Colomiatti* : Étude anatomique sur les tumeurs utérines. — *Perroncito* : Développement de l'anguillule stercorale en dehors de l'organisme. — *Mosso* : Circulation du sang dans le cerveau. — *Baiardi* : Reproduction de la moelle des os longs. —

Colomiatti : Opérations sur le cancer de l'utérus. — *Tisonni* : De l'adénomycose septique. — *Fano* : Peptone et tryptone dans le sang et dans la lymphe.

— Zeitschrift fur physiologische chemie (t. VI, fasc. 1, 1881). — *Lehmann* : Recherches sur les méthodes analytiques les plus précises pour l'analyse qualitative du plomb, de l'argent et du mercure dans les empoisonnements. — *Jiacosa* : Dosage volumétrique du phénol. — *Hofmeister* : Des peptones dans l'organisme. — Peptones dans la muqueuse stomacale. — *Landwehr* : Recherches sur la mucine de l'*helix pomacia* et sur une matière glycogène contenue dans le corps de la limace. — *Virchow* : Action du benzoate et du salicylate de soude sur les combustions albuminoïdes interstitielles. — *Hüfner* : Pression des gaz dans le sang.

— Annales de démographie internationale (n° 19, septembre 1881). — *Bertillon* : Recherches sur le nombre des ménages irréguliers existant dans la ville de Paris. — *René Ricoux* : Les Romains en Afrique ont-ils été exterminés par le climat? — *C. Plowden* : Recensement de l'Inde de 1881. — *Guiraud* : Des mouvements de la population à Montauban depuis le commencement du siècle et particulièrement dans les vingt dernières années. — *T. Mondière* : Statistique des naissances et des décès dans la population annamite de la Cochinchine française pendant les six années de 1872 à 1877. — *Alph. Bertillon* : Une application de l'anthropométrie. — *Vesclowsky* : Statistique de la propriété foncière et des lieux habités de la Russie d'Europe. — Organisation du dénombrement de la France en 1881.

— Bulletin de la Société de géographie (avril et mai 1881). — *Ch. Maunoir* : Rapport sur les travaux de la Société de géographie et sur les progrès des sciences géographiques pendant l'année 1880. — *H. Duveyrier* : Le désastre de la mission Flatters. — *Alph. Milne Edwards* : Allocution prononcée à l'assemblée générale du 29 avril 1881. — *Ch. Ledoux* : Les missions catholiques dans l'Afrique orientale. — *Dutreuil de Rhins* : A propos de la position de Nab-Tchou (Thibet).

— Bulletin de la Société de géographie commerciale de Paris (t. III, 1880-81, n° 6 à 10). — *Le Barois d'Orgeval* : Une excursion dans la province de Constantine. — *J. Geoffroy* : De Quito au Para. — *De Savignon* : L'agriculture en Californie. — *J. Armand* : Commerce et production des nacres et des perles en Océanie française. — *J. Roche* : Produits du Brésil. — *Paquier* : Le Montenegro et ses limites actuelles. — *Strauss* : Commerce d'Anvers en 1880. — *Lucy* : Le canal maritime du cap Code. — *Raue* : Le voyage de *la Jeannette*. — *A. Marche* : Labaca. — *W. Martin* : Les îles Haïti.

— Journal des économistes : *Revue de la science économique et de la statistique* (4e année, n° 12, décembre 1881). — *Léon Say* : Le rachat des chemins de fer. — *Jacques Valserres* : Le crédit agricole et la Banque de France. — *H. Pascaud* : Les associations professionnelles; la séparation de l'Église et de l'État (proposition de loi de M. Jules Roche). — *Henri Taché* : Le 25e congrès des sciences sociales tenu à Dublin. — *Charles Gide* : La valeur et le capital de M. Ad. Blaise (des Vosges).

— Annales agronomiques (t. VII, fasc. 4, décembre 1881). — *G. Lechartier* : Sur la fermentation et la conservation des fourrages verts en silo. — *A. Renouard fils* : Étude sur les tourteaux de coton. — *Boitel* : Prairies naturelles du bassin de la Saône. — *P.-P. Dehérain* : Influence de la lumière électrique sur le développement des végétaux. — *Ladureau* : Culture de la betterave à sucre. — *Guillaume* : Essai des phosphates fossiles sur une terre pauvre en acide phosphorique. — *P.-P. Dehérain* : Notices nécrologiques : Isidore Pierre; — Adolphe Bobierre. — *Durin* : Dubrunfaut. — *G. V.* : C. Saint-Pierre. — Travaux étrangers. — *J. Verreira-Lapa* : Sur le graissage des pins.

— Revue internationale de l'enseignement (t. II, n° 12, décembre 1881). — *Henry Michel* : La thèse de la Sorbonne. — *W. Hollenberg* : La situation du directeur dans les écoles supérieures de Prusse. — *Edmond Dreyfus-Brisac* : L'instruction publique sous la Révolution. — *Paul Pelet* : Une lacune dans l'enseignement des facultés protestantes de théologie; revue rétrospective des ouvrages de l'enseignement; l'éducation au XVIIIe siècle (extrait des mémoires de Marmontel).

— Archives de neurologie (t. III, 1882, n° 7). — *Duval* : La corne d'Ammon. — *Erlitzky* : De la structure du tronc du nerf auditif. — *Charcot* et *Magnan* : Inversion du sens génital. — *Blaise* : De la cachexie pachydermique. — *Raymond* et *Dreyfous* : Contribution à l'étude de l'aphasie.

Publications nouvelles.

Mémoires d'un microbe, par le docteur *Wiart*, de Caen, professeur à l'École de médecine. — Deuxième édition. Paris, 1882.

— Traité du nettoiement des voies digestives et du lavage de l'estomac, par *Victor Audhoin*, médecin des hôpitaux. — Paris, 1881.

— Recherches cliniques et thérapeutiques sur l'épilepsie, l'hystérie et l'idiotie, compte rendu du service des épileptiques et des enfants idiots et arriérés de Bicêtre, pendant l'année 1880, par MM. *Bourneville*, médecin de Bicêtre, et *H. d'Olier*, interne de service. — Paris, 1881.

— Du cancer de la vessie, par M. *Ch. Féré*, interne des hôpitaux, secrétaire de la Société anatomique, membre de la Société d'anthropologie. Travail couronné. — A. Delahaye et Lecrosnier. Paris, 1881.

— Le compositeur typographe, par le docteur *Choquet*. — Paris, 1882.

— L'Encéphale, journal des maladies mentales et nerveuses, publié sous la direction de MM. *B. Ball*, professeur de clinique, de pathologie mentale et des maladies nerveuses de l'encéphale, médecin des hôpitaux, et *J. Luys*, membre de l'Académie de médecine, médecin de la Salpêtrière. — Masson, 1881.

— État de l'Algérie, publié d'après les documents officiels, par ordre de M. *Louis Tirman*, gouverneur général civil.

— Leçons sur l'électricité et le magnétisme, par M. *Mascart*, professeur au Collège de France, directeur du bureau central météorologique, et M. *J. Joubert*, professeur au collège Rollin. — Le tome Ier est intitulé : *Phénomènes généraux et théorie*, avec 127 figures dans le texte, vient de paraître chez M. Masson. Paris, 1882.

— Le furoncle de l'oreille et la furonculose, par le docteur *B. Lœwenberg*.

— Anatomie et physiologie animales, par M. *Edmond Perrier*, agrégé à l'Université, ancien maître de conférences à l'École normale supérieure, professeur au Muséum d'histoire naturelle. — Hachette et Cie, Paris, 1882.

— Contribution a l'étude de l'élongation des nerfs, par M. *E. Wiet*, docteur en médecine, préparateur de physiologie à la Faculté de médecine de Paris. — Germer Baillière, 1882.

— Gletscher und Eiszeiten in ihrem Verhaltuisse zum Klima, par le docteur *Alexander von Woeikof*. — 1 brochure in-8° de 57 pages. Berlin.

— De l'humidité dans les constructions et des moyens de s'en garantir, par *G. Philippe*, ingénieur civil, attaché au service municipal d'architecture de la ville de Rouen. — Ouvrage couronné par la société industrielle du nord de la France. — Seconde édition. — Paris, Ducher et Cie, 1882.

— Anales del ministerio de fomento de la republica mexicana. — Mexico, 1881. Grand in-8 de 690 pages.

— Du processus morbide du choléra asiatique, mémoire du docteur *Philippe Pacini*. Traduit par le docteur *Bos*. — Marseille, 1881. Brochure in-8 de 120 pages.

— Le corps de santé de la marine en 1882. — Toulon, 1882. Une brochure in-8° de 44 pages.

Studi filosofico sociali, par *Giambattista Borelli*. — La sola possibile Religione dell' avvenire. — Appunti sociali sul matrimonio e sulla famiglia. — Studi sulla Prostituzione.

— Documents statistiques sur le commerce de la France, réunis par l'administration des douanes. — Paris, imprimerie nationale, 1882. Broché, grand in-8° de 150 pages.

— Della caducita del parenchima ovarico, del dott. *Giovani Paladino*. — Naples, Enrico Detken, 1881.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS. — Impr. C. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [83]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BRÉGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 8 25 FÉVRIER 1882

PHYSIQUE

Sur la photométrie.

La photométrie, c'est-à-dire la recherche des méthodes qui permettent de mesurer l'intensité relative de deux lumières, a longtemps exercé la sagacité des physiciens et des astronomes, et cependant, malgré les études persévérantes et très délicates d'un grand nombre de savants, c'est encore l'une des branches les moins avancées de la physique. Jusqu'à ces derniers temps, ce sont principalement les astronomes qui se sont préoccupés de cette question : il est, en en effet, de la plus haute importance, pour l'étude des astres lumineux par eux-mêmes, ou de ceux qui, ne brillant pas d'un éclat qui leur soit propre, nous renvoient une partie de la lumière solaire qui les éclaire, de connaître l'intensité de la lumière émise et les changements qu'elle peut subir avec le temps. La connaissance de la constitution des astres et celle de leur évolution sont intimement liées à cette importante question. Mais il est un autre point de vue dont la valeur pratique devient tous les jours de plus en plus grande: les divers modes d'éclairage se sont singulièrement perfectionnés depuis peu de temps; l'emploi des huiles végétales ou minérales et celui des corps gras solides se sont trouvés depuis longtemps insuffisants; l'éclairage au gaz lui-même ne répond plus aux exigences d'une civilisation de plus en plus avancée, et l'éclairage électrique attire tous les jours davantage l'attention des industriels et des grands centres de population.

L'application des machines magnéto et dynamo-électriques à l'éclairage, considérée, il y a peu de temps encore, comme une utopie, a pris définitivement une importance majeure; elle se généralise et s'étend tous les jours. Depuis quelque temps déjà, la lumière électrique trouvait sa place dans l'éclairage de quelques phares, d'avenues et de grands ateliers ; aujourd'hui, le magnifique succès de l'exposition d'électricité a consacré définitivement la nouvelle lumière, non plus seulement dans quelques cas exceptionnels, mais même dans les applications les plus usuelles; et le moment n'est pas éloigné où, introduite dans nos habitations, elle se prêtera à toutes les exigences de l'éclairage privé.

Dans ces conditions nouvelles, des méthodes photométriques à la fois rigoureuses et pratiques deviennent indispensables; les marchés passés par les compagnies d'électricité qui se multiplient et prennent tous les jours un développement croissant exigent, en effet, que l'on puisse déterminer sans contestations possibles et avec une exactitude rigoureuse les pouvoirs éclairants des foyers électriques qui servent de base à d'importantes transactions.

UNITÉ DE LUMIÈRE.

Il importe avant tout d'établir une unité de lumière qui puisse servir d'étalon rigoureux et permette de représenter par des nombres exacts l'intensité d'une lumière donnée, en prenant pour terme de comparaison cet étalon déterminé.

Le premier étalon qui ait été adopté est la bougie; Bouguer (1) en a fait un usage constant dans ses recherches photométriques. Plus récemment, on a fait usage, en France, de la bougie stéarique de l'Étoile, dite bougie photométrique; en Angleterre et aux États-Unis, on préfère se servir de la bougie de blanc de baleine (*London Standard Spermaceti Candle*); enfin, en Allemagne, on se sert, dans le même but, de la bougie de paraffine (*Vereinskerze*).

Cette diversité d'étalons est on ne peut plus regrettable; elle introduit dans les mesures une grande confusion, aggravée par cette circonstance que la bougie est le moins con-

(1) *Traité d'optique sur la gradation de la lumière.* Paris, 1760.

stant et, en même temps, le plus faible des étalons de lumière, de sorte que, si l'on veut évaluer l'intensité d'un puissant foyer électrique, on arrive facilement à des nombres de 40 000 à 50 000 bougies, et l'on se fait bien difficilement une idée nette de pareilles valeurs.

En général, on ne peut adopter une seule unité définie pour donner une idée nette de quantités de grandeurs très différentes; il faut, comme l'a fait remarquer avec tant de justesse et de netteté M. Dumas, lors de la discussion des méthodes photométriques au congrès des électriciens, proportionner le terme de comparaison à la quantité à mesurer. Tant que l'on n'a eu à mesurer que de faibles pouvoirs éclairants, la bougie a pu suffire comme terme de comparaison (en réservant la question de constance et de comparabilité, qui est de nature à condamner définitivement l'emploi de la bougie-unité); pour les mesures photométriques appliquées à l'éclairage au gaz, MM. Dumas et Regnault ont reconnu la nécessité d'un étalon à la fois plus constant, plus comparable à lui-même, et plus puissant, et n'ont pas hésité à adopter l'étalon Carcel qui a donné entre leurs mains des résultats si précis, et qui a été l'objet des savantes recherches de MM. Audoin et Bérard (1). Appliqué par M. Leblanc, pour la ville de Paris, aux essais du pouvoir éclairant du gaz, cet étalon a donné des résultats d'une exactitude telle que son emploi s'est rapidement étendu et est actuellement, en France, d'un usage général. Cet étalon a l'avantage d'être plus constant que la bougie, comparable à lui-même, et huit à dix fois plus intense, ce qui permet d'exprimer les pouvoirs éclairants des lumières puissantes par des nombres plus simples.

Mais, pour l'éclairage électrique, dont l'intensité est si grande par rapport aux éclairages les plus puissants employés jusqu'ici, cet étalon suffira-t-il? Il est permis d'en douter, car, lorsqu'on a à mesurer des puissances qui atteignent 5000 becs Carcel, le terme de comparaison devient bien faible. Les recherches des physiciens permettront-elles d'aboutir à un étalon comparable, par son éclat, sa constance et sa coloration, avec les puissantes lumières que nous avons à mesurer? C'est là une question que nous ne pouvons que poser actuellement, et à la solution de laquelle atteindront sans contredit les efforts.

ÉTUDE DE LA BOUGIE.

L'intensité de la lumière émise par la flamme d'une bougie dépend d'un grand nombre de circonstances, parmi lesquelles nous citerons :

La composition du corps gras qui constitue la bougie, sa forme, ses dimensions, la nature et la forme de la mèche, et l'influence du mouvement de la masse d'air dans laquelle la combustion a lieu.

La bougie française (bougie stéarique), brûlant en moyenne 10 grammes de matière à l'heure, a été comparée, il y a quarante-cinq ans, par Péclet (1), à l'étalon Carcel qui fut trouvé égal à 7,5 bougies; aujourd'hui, on admet que ce même étalon vaut de 8 à 9 bougies (2). Ces différences peuvent tenir, autant aux variations de pureté et de composition de la matière de la bougie à ces diverses époques, qu'à une valeur différente du bec Carcel dont s'est servi Péclet, et qui n'a été rendu comparable à lui-même qu'à la suite des travaux de MM. Dumas et Regnault.

La bougie anglaise de blanc de baleine, ou *candle*, brûle $7^{gr},77$ à l'heure ($8^{gr},26$ (3), d'après M. Schwendler), avec une flamme de 45 millimètres de hauteur. Un bec Carcel vaut 7,4 candles; la composition et la pureté du blanc de baleine sont tout aussi exposées à varier que celles de la bougie stéarique, avec la provenance et le mode d'épuration.

La bougie allemande est formée de paraffine. On désigne sous le nom collectif de *paraffines* (4) des carbures d'hydrogène solides qui se présentent sous la forme de belles substances cireuses, cristallines, fusibles entre 55° et 65°. Ce ne sont pas des principes définis, mais bien des mélanges d'hydrocarbures très condensés, qui se séparent de l'huile lourde de pétrole sous la forme de lamelles brillantes, par le refroidissement des produits qui proviennent de sa distillation. Le point de fusion de quelques-uns de ces hydrocarbures atteint 80° et au delà. On désigne aussi sous le nom d'*ozokérites* des paraffines naturelles, cires fossiles principalement formées de carbures éthyléniques très condensés; enfin, on retire encore les paraffines des huiles lourdes de goudron de bois et de schistes.

Le peu d'élévation du point de fusion de certaines paraffines (il descend quelquefois à 44°) oblige les fabricants de ces bougies à leur ajouter de 10 à 15 pour 100 de stéarine.

Leur composition et leur nature ne sont donc pas constantes; leur densité et leur point de fusion sont très variables; il faut aussi se rappeler que M. Barker et d'autres physiciens ont trouvé pour le pouvoir inducteur spécifique de la paraffine (et par conséquent aussi pour leur indice de réfraction, d'après la théorie électro-magnétique de la lumière de M. Clerk-Maxwell) des nombres tellement variables qu'ils excluent toute idée d'une composition et d'une nature constantes.

La flamme des bougies de paraffine est, comme celle de tous les hydrocarbures très riches en carbone, rougeâtre et facilement fuligineuse.

Le bec Carcel vaut environ 7,6 bougies de paraffine de 20 millimètres de diamètre, brûlant avec une flamme de 50 millimètres de hauteur.

L'intensité de la flamme d'une bougie, quelle que soit la nature du combustible dont elle est formée, dépend de la forme et de la nature de la mèche, très variables avec le mode de fabrication; celle-ci est généralement formée de plusieurs brins de coton tressés et imbibés

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LXV, p. 423.

(1) Péclet, *Traité de l'éclairage*.

(2) E. Becquerel, *la Lumière*, t. I.

(3) *On a new Standard of Light* (*Philos. Magazine*, t. VIII, p. 392).

(4) Berthelot, *Chimie organique*, t. I, p. 120.

préalablement d'une solution d'acide borique. Lorsqu'on allume la bougie, la cire se liquéfie, monte par capillarité dans la mèche et se décompose en produits pyrogénés, riches en carbures d'hydrogène et décomposables par la chaleur en hydrogène qui brûle, et en carbone qui se précipite à l'état solide et très divisé dans la partie moyenne de la flamme; l'enveloppe gazeuse en contact avec l'air brûle complètement sans précipitation de carbone, à une température très élevée et sans émission sensible de lumière; la température de cette couche est tellement élevée que j'ai réussi, à l'aide de quelques précautions, à obtenir des indices de liquéfaction (phénomène des perles de Plateau) sur des fils très fins de platine que j'y maintenais, ce qui assigne une température locale au moins égale à celle de la fusion du platine.

Le carbone précipité dans la partie moyenne de la flamme, à une température très élevée, subit dans son enveloppe intérieure, immédiatement en contact avec l'enveloppe extérieure dont nous venons de parler, une combustion qui se produit aussi avec une grande élévation de température, mais, de plus, avec une vive émission de lumière due à l'irradiation du carbone solide incandescent.

L'axe de la flamme est relativement froid et constitué par des produits pyrogénés non encore dissociés; c'est dans cette partie axiale et dans l'enveloppe lumineuse que se trouve la partie supérieure de la mèche, qui subit une carbonisation graduelle, à mesure qu'en se recourbant elle se rapproche de la partie extérieure où elle achève de se brûler complètement; l'acide borique que l'on a introduit dans la mèche se fond alors et vitrifie les cendres du coton sous la forme de petits globules dont le poids fait pencher la mèche hors de la flamme et assure ainsi sa combustion complète.

Rien de plus beau à contempler que les phénomènes qui se produisent en ce point : pour cela, j'examine l'extrémité de la mèche d'une bougie allumée, au moyen d'un microscope disposé horizontalement, d'un faible pouvoir grossissant, et dans le corps duquel j'ai disposé un prisme de Nicol fixe; en tournant convenablement l'oculaire, qui est muni d'un prisme de Nicol analyseur, j'atténue la lumière trop vive de la flamme, au point de donner au champ lumineux une intensité assez faible pour que l'œil ne soit pas fatigué. On voit alors de beaux globules incandescents, en état d'ébullition continuelle, très petits d'abord, qui se réunissent peu à peu en globules plus gros, colorés des teintes les plus vives, s'accumulent au bout de la mèche et tombent successivement lorsqu'ils arrivent à l'enveloppe extérieure qui est la plus chaude.

La mèche subit donc, dans la flamme, des changements continuels de forme et de position; de là, des variations de l'éclat de la flamme qui est inégalement refroidie et modifiée dans sa forme; on peut s'en assurer en plaçant devant un photomètre de Foucault une lampe Carcel et une bougie; si les conditions de la lampe sont réglées de manière à lui assurer la plus grande constance possible, comme nous le verrons plus loin, on peut suivre sur l'écran photométrique les variations d'intensité de la bougie et constater leur concordance avec la forme et la position correspondantes de la mèche.

Enfin, l'état plus ou moins grand d'agitation de l'air exerce une influence très grande sur la lumière de la bougie; si l'air est même faiblement agité, les variations dues à cette cause sont très grandes; si, pour éviter ces perturbations, on enferme la bougie dans une boîte noircie, munie d'ouvertures destinées à évacuer les produits de la combustion et à admettre de l'air nouveau, le mouvement ascensionnel de l'air dans la boîte exerce aussi une influence très notable sur la composition et l'intensité de la lumière émise. Plus ce mouvement est rapide, plus l'enveloppe extérieure non lumineuse de la flamme se développe, plus aussi la température de la couche moyenne qui rayonne la lumière devient élevée et sa masse moindre, de sorte que, par un tirage de plus en plus fort, de jaune rougeâtre qu'elle était, elle devient de plus en plus blanche et de moins en moins éclairante; on peut constater cet effet en l'exagérant, si l'on entoure la bougie d'un large tube de verre faisant fonction de cheminée et dont le tirage produit d'une manière encore plus marquée les effets que nous venons d'indiquer.

Il est donc nécessaire de placer la bougie photométrique dans l'air parfaitement calme et libre, pour éviter cette dernière influence; mais ce sont là des conditions difficiles à réaliser dans la pratique courante.

En Angleterre, en Allemagne et aux États-Unis, où l'usage de la bougie est consacré par l'habitude, on adopte quelques dispositions qui sont de nature à atténuer dans une certaine mesure ces inconvénients, mais qui ne les suppriment pas :

1° Au lieu d'une seule bougie, on en emploie deux, placées l'une à côté de l'autre, afin que les fluctuations de chacune d'elles se compensent à peu près; il est vrai qu'à certains moments elles peuvent s'ajouter ou se retrancher; ce moyen, qui avait été employé par Bouguer, ne remédie donc pas toujours aux erreurs.

2° En Allemagne, on place quelquefois auprès de la bougie une tige munie de deux index mobiles qui marquent la base et le sommet de la flamme, et l'on coupe la mèche de temps en temps, de manière à obtenir une hauteur de flamme sensiblement constante. Malgré cette surveillance continuelle, l'intensité est encore variable.

Dans un travail sur un nouvel étalon de lumière, M. Schwendler (1) insiste sur les variations considérables d'intensité que subit la flamme des meilleures bougies placées dans des conditions normales, quand on les compare avec un étalon moins variable. Il assure avoir constaté des variations qui peuvent s'élever à 50 pour 100. Cette affirmation, qui a pu paraître exagérée à quelques membres du congrès des électriciens, émane cependant d'un observateur qui avait été habitué à se servir de la bougie comme étalon. Quoi qu'il en soit, les variations d'intensité de la bougie sont telles, que, de l'avis d'un très grand nombre de membres du congrès, cet étalon de lumière doit être abandonné, et il y a lieu de lui en substituer un autre plus approprié aux exigences

(1) *On a new Standard of Light* (*Phil. Magaz.*, t. VIII, p. 392.

actuelles; enfin, le congrès a recommandé l'étalon Carcel comme devant servir, dans les opérations du jury de l'exposition, de base à ses déterminations.

ÉTALON CARCEL.

La lampe dont la disposition a été imaginée par Carcel est une lampe à huile d'Argand, à double courant d'air, dans laquelle l'huile est élevée au niveau de la partie supérieure de la mèche grâce à un mécanisme d'horlogerie actionnant deux petites pompes placées dans le socle; la quantité d'huile élevée doit être supérieure à celle qui doit alimenter la combustion, et l'excédent retomber dans le réservoir; la mèche, constamment baignée d'huile au point où la combustion a lieu, se charbonne donc très lentement, et donne une lumière à peu près constante. Le mécanisme étant exposé à se déranger, on adopte plus volontiers la lampe à modérateur, dans laquelle la pression d'un ressort sur un piston produit le même effet que le mouvement d'horlogerie; l'écoulement de l'huile est rendu sensiblement constant par l'emploi d'un tube étroit fixé au piston, et dans lequel s'engage une tige modératrice fixe qui l'obstrue d'autant moins que le piston est plus bas, et la pression du ressort plus faible.

Arago et Fresnel se sont servis de la lampe à huile dans leurs recherches photométriques; Fresnel (1) a montré que l'on peut, moyennant certaines précautions, obtenir une constance très grande, entre certaines limites, et dans ses recherches si délicates sur l'éclairage des phares, il tenait à garnir et à entretenir lui-même les lampes dont il se servait, et prenait les précautions les plus minutieuses pour assurer la constance de cet étalon.

La lampe Carcel fut ensuite adoptée par MM. Dumas et Regnault pour les essais photométriques de l'éclairage au gaz; MM. Audoin et Bérard (2) ont, dans un travail important sur la photométrie, indiqué les conditions à réaliser pour assurer la constance et la comparabilité de cet étalon; leur mémoire contient les instructions pratiques données dans ce but par MM. Dumas et Regnault.

Remarquons d'abord que la composition de l'huile de colza dont on fait usage dans ces lampes n'est exposée à subir que des variations insignifiantes, car il s'agit ici d'une huile fournie par la graine d'un végétal déterminé, et dont l'origine et la pureté sont bien plus faciles à contrôler que celles des autres combustibles tels que l'acide stéarique, le blanc de baleine, les paraffines, le pétrole et le gaz. Cette huile est épurée au moyen d'une minime quantité d'acide sulfurique qui coagule le mucilage qu'elle contient naturellement, et la rend plus limpide et plus fluide.

L'intensité du bec Carcel dépend :

1° De la hauteur de la mèche; celle-ci augmentant, la dépense et l'intensité croissent jusqu'à une hauteur de 10 millimètres pour le type adopté; au delà de cette limite, les deux quantités diminuent.

2° De la mèche adoptée; c'est la mèche moyenne, dite mèche des phares. La tresse est composée de 75 brins et pèse $3^{gr},6$ par décimètre; elle est conservée pour l'usage dans une boîte entretenue bien sèche au moyen de chaux vive.

3° De la hauteur de l'étranglement de la cheminée de verre au-dessus du niveau de la mèche. L'élévation de l'étranglement influe sur la dépense; mais il est une hauteur du col du verre qui correspond à un maximum de pouvoir éclairant. Dans le type adopté (mèche de $23^{mm},5$ de diamètre, et cheminée de 290 millimètres de hauteur sur 47 millimètres de diamètre), la hauteur du coude doit être à 7 millimètres au-dessus du niveau de la mèche.

Plusieurs physiciens préfèrent faire usage d'une cheminée cylindrique sans étranglement; mais pour les essais du gaz de la ville de Paris, les dimensions de la cheminée, sa forme et sa position, déterminées par le cahier des charges, sont rigoureusement observées.

En général, il n'y a pas, pour un combustible quelconque, de relation définie entre la quantité de matière brûlée et la lumière produite; mais si l'on adopte, pour la lampe à huile, les dimensions invariables que nous avons indiquées ci-dessus pour le bec et la cheminée, on remarque que *la quantité de lumière croît proportionnellement à la dépense d'huile,* lorsque cette dépense est voisine de 42 grammes à l'heure. On règlera donc la lampe, de manière à obtenir une dépense aussi voisine que possible de ce nombre, et par une proportion, on corrige l'intensité lumineuse de manière à la ramener à celle qui correspondrait exactement à 42 grammes d'huile brûlée à l'heure.

Pour cela, la lampe est suspendue à l'extrémité d'un des bras de levier d'une balance et équilibrée au moyen d'une tare; l'équilibre étant obtenu à un instant déterminé, on place un poids de 10 grammes à côté de la lampe; dès que ce poids d'huile est brûlé, la balance revient à sa position d'équilibre, et au moment où elle y arrive, un marteau articulé sur l'aiguille arrive à une position d'équilibre instable et, tombant sur un timbre, avertit l'observateur qui lit sur un compteur à secondes le temps nécessaire pour brûler 10 grammes d'huile. Cette disposition a été rendue très pratique et très rigoureuse par M. Deleuil.

La lampe est remplie d'huile limpide, jusqu'au niveau de la galerie; la mèche est soigneusement coupée, et sa hauteur est réglée après l'allumage. Dans les essais que j'ai faits au moyen de cette lampe, j'ai trouvé que la dépense et l'intensité augmentent légèrement pendant la première demi-heure, à cause de l'échauffement du bec; au bout de ce temps, il s'établit un régime constant qui dure plus d'une heure; c'est pendant cette période que l'on fait les observations photométriques; puis, la dépense et l'intensité vont en diminuant lentement, à mesure que la mèche se carbonise sur une longueur de plus en plus grande.

Cet étalon n'est comparable à lui-même qu'à condition d'adopter des dimensions exactement déterminées, une fois

(1) Fresnel, *Œuvres complètes.*

(2) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LXV, p. 423.

pour toutes pour le bec et la cheminée; en effet, la composition de la flamme est ici tout à fait analogue à celle de la flamme d'une bougie, avec cette différence toutefois que la couche qui émet la lumière a la forme d'un cylindre creux compris entre deux couches cylindriques, l'une extérieure, l'autre intérieure, où la combustion des hydrocarbures se fait sans dépôt de carbone et à une température extrêmement élevée; la couche intermédiaire, qui rayonne la lumière, où les hydrocarbures sont dissociés avec dépôt de carbone solide qui émet la lumière, se trouve portée à une température d'autant plus élevée que les deux couches non lumineuses, entre lesquelles elle est comprise, sont portées à une plus haute température et plus développées, ce qui arrive lorsque le tirage de la cheminée devient plus actif; on comprend donc l'absolue nécessité de bien déterminer les conditions de la combustion. La mèche est à peu près sans influence, puisqu'elle est toujours baignée d'une quantité surabondante d'huile; enfin, on conçoit que la nature du mécanisme qui élève l'huile (Carcel ou modérateur) soit sans influence, pourvu qu'il fournisse toujours plus d'huile qu'on n'en brûle; aussi substitue-t-on généralement aux Carcels qui sont très coûteux et se dérangent facilement les modérateurs qui sont d'une fabrication courante et à bas prix.

AUTRES ÉTALONS EMPLOYÉS.

Indépendamment des deux étalons dont nous venons de parler, on en a proposé d'autres dont nous allons parler sommairement.

L'emploi des lampes à pétrole ne comporte aucune précision; ici, en effet, l'huile ne peut, à cause de son inflammabilité, être élevée au niveau de la mèche; elle y monte par capillarité, avec une vitesse d'autant plus faible que son niveau se trouve plus bas dans le réservoir; de là, des variations d'intensité telles que l'on ne peut compter sur une constance même approximative. La composition des pétroles varie avec leur origine et leur mode de rectification d'une manière telle, que l'on ne peut obtenir des produits comparables entre eux. Enfin, les hydrocarbures qui les composent, très riches en carbone, donnent facilement une flamme fuligineuse, blanche à la base, rougeâtre au sommet; cette flamme, même lorsqu'elle brûle sans fumée, émet une lumière de composition très variable en divers points, tandis que les huiles oxygénées, comme celle de colza, donnent une lumière plus égale, plus uniforme dans sa composition et plus facile à régler.

L'emploi du gaz comporte les mêmes incertitudes; ici interviennent en outre l'influence de la nature de houille qui a servi à préparer le gaz, le degré de calcination auquel elle a été portée et le mode d'épuration du gaz. On sait, en effet, que la composition du gaz d'éclairage est très variable, depuis le commencement de la distillation, moment où l'on recueille principalement des hydrocarbures plus ou moins condensés, jusqu'à la fin où l'hydrogène pur, dont le pouvoir éclairant est nul, se dégage en abondance. La manière dont le gaz est brûlé, la forme des becs et d'autres circonstances étudiées avec soin par MM. Audoin et Bérard, dans le mémoire déjà cité, influent sur la lumière émise d'une manière telle, que l'on ne peut songer à l'emploi de ce gaz comme étalon de lumière, même lorsqu'on le brûle sous pression constante dans des becs de forme et de dimension constantes; les moindres grains de poussière, les dépôts les plus minimes qui se produisent dans les orifices généralement très petits des brûleurs peuvent faire varier beaucoup la nature et la quantité de lumière émise.

Cependant on s'est servi quelquefois, en Angleterre et en Allemagne, comme étalon de lumière, du gaz d'éclairage ou encore de bicarbure d'hydrogène brûlant sous pression constante dans un bec rhéométrique bien construit. MM. Bunsen et Roscöe (1) dans leurs recherches sur l'action chimique des radiations lumineuses, et M. Zöllner (2) dans ses travaux sur la mesure de l'intensité lumineuse relative des astres, ont employé un étalon de ce genre; mais il a fallu faire usage des précautions les plus minutieuses pour obtenir une constance approximative de l'intensité de la lumière émise par ces étalons qui ne sont pas du reste comparables l'un à l'autre. De pareils étalons ne sont pas pratiques et sont sujets à de nombreuses causes d'erreur, indépendamment de celles que nous venons de signaler. L'emploi de l'hydrogène bicarboné très pur assurerait au moins la constance approximative de composition; je dis approximative, car on sait avec quelle facilité les gaz se diffusent par les orifices les plus petits, ou par leur contact avec l'eau des gazomètres. Il suffit de mélanger le gaz de l'éclairage avec un vingtième de son volume d'air pour réduire de moitié son pouvoir éclairant; de même, le bicarbure d'hydrogène pur diminue de volume avec le temps lorsqu'on le conserve sur l'eau dans des gazomètres à cloche; dans des sacs en caoutchouc, la diminution produite par suite de sa diffusion avec l'air est telle que le pouvoir éclairant diminue rapidement; enfin, si l'on se rappelle que, d'après H. Sainte-Claire Deville, le gaz d'éclairage n'est pas un gaz, selon l'acception que l'on donne habituellement à ce mot, mais un véritable brouillard de particules infinitésimales de carbures d'hydrogène solides et liquides, nageant dans un gaz principalement formé d'hydrogène mélangé avec une proportion variable de protocarbure d'hydrogène dont le pouvoir éclairant est très faible, on comprendra combien l'influence du temps et des actions mécaniques que l'on a fait subir au gaz d'éclairage peut devenir considérable; c'est même à cause de ces influences que l'on ne peut pas trop prolonger l'épuration physique et chimique de ce corps, sous peine de lui voir perdre la plus grande partie de son pouvoir éclairant.

Il nous paraît inutile d'insister plus longtemps sur ce point, et nous croyons qu'il est hors de doute que l'emploi des carbures d'hydrogène, et à plus forte raison celui du gaz

(1) *Poggendorffs Annalen*, Bd. C, p. 43-88 et 481-516; Bd. CI, p. 235-263.

(2) *Grundzüge eines Allgemeiner Photometrie des Himmels*. Berlin, 1861.

de l'éclairage, doit être abandonné dans la construction d'un étalon de lumière.

En résumé, l'on voit combien l'emploi des combustibles solides, liquides et gazeux comporte d'incertitudes. Il est facile de se rendre compte des variations de la lumière émise par ces combustibles en comparant, au moyen d'un photomètre de Foucault, deux lampes brûlant le même combustible dans des conditions un peu différentes; le contact rigoureux des plages éclairées par les deux lumières permettra de saisir les moindres différences d'intensité et de coloration.

On verra ainsi que la lumière d'un bec de gaz à couronne de trous (bec d'Argand) est plus jaune que celle d'un bec papillon, et que, pour chacune d'elles, la blancheur de la lumière émise augmente avec la vitesse d'écoulement du gaz, et aussi avec le tirage de la cheminée pour le bec d'Argand; qu'avec des lampes à pétrole, il en est de même, les lampes à mèche circulaire donnant une lumière plus jaune que celle des lampes à mèche plate, à courant d'air activé par une cheminée de verre; que les lampes à huile, à mèche circulaire, donnent une lumière d'autant plus blanche que le diamètre de la mèche est plus grand et son épaisseur moindre; toutes ces particularités s'expliquent facilement, si l'on remarque que la zone d'émission de lumière est portée à une température de plus en plus élevée, et donne ainsi une lumière de plus en plus blanche, à mesure que l'on augmente ses points de contact avec l'air, et que celui-ci se renouvelle avec une vitesse croissante; l'émission de lumière ou d'énergie radiante est, en effet, une cause de déperdition d'énergie, c'est-à-dire d'abaissement de température pour la masse de la flamme, et plus cette émission sera puissante, plus la température de la flamme sera abaissée, plus aussi elle deviendra rougeâtre; dans les combustions sans émission de lumière, la presque totalité de l'énergie est conservée dans la masse de la flamme, et la température acquiert alors sa valeur maxima, comme cela se produit dans les brûleurs de Bunsen qui donnent le type extrême de ce mode de combustion.

Enfin, MM. Zöllner en 1859, et Draper en 1844, ont proposé d'adopter comme étalon la lumière émise par des fils ou des lames de platine rendus incandescents par un courant électrique constant.

Cette idée a été reprise par M. Schwendler (1), qui l'a appliquée à ses études photométriques sur la lumière des lampes électriques. — Son étalon de lumière est formé d'une feuille de platine découpée en forme d'U et reliée par des conducteurs de résistance négligeable avec le circuit d'une pile de huit éléments de Grove, de résistance aussi faible que possible. Le courant est rendu constant au moyen d'un rhéostat à mercure formé d'une rainure en forme d'U, de 1 millimètre carré de section environ et de 1 mètre de longueur, creusée dans une planche horizontale en bois et pleine de mercure. Un pont en cuivre mobile le long de cette double rainure permet de faire varier à volonté la longueur de la colonne traversée par le courant; on rend ainsi constante la déviation d'un galvanomètre peu sensible. La lame incandescente est placée dans une cloche qui la met à l'abri de l'agitation de l'air.

Les dimensions de la lame de platine sont rigoureusement déterminées; son épaisseur est donnée par le poids de l'unité de surface de la lame dans laquelle elle est découpée. Il est important de faire usage de platine pur, le métal fourni par le commerce, étant généralement préparé par la méthode de M. H. Sainte-Claire Deville, contient de l'iridium et d'autres métaux du même groupe; on sait qu'il suffit de quelques traces de ces métaux pour altérer considérablement la résistance électrique du platine, et par suite son échauffement sous l'action d'un même courant.

L'unité lumineuse P.L.S. (*Platinum Light Standard*) est donnée par un courant de 6,15 Ampères traversant une lame de platine pur, de 2 millimètres de largeur, $36^{mm},28$ de longueur et $0^{mm},17$ d'épaisseur, pesant $0^{gr},0264$, ayant une résistance calculée de 0,109 unités mercurielles, et une résistance réelle (y compris la résistance au point de contact) de 0,143 unités mercurielles à 66° Fahrenheit.

M. Schwendler a trouvé qu'une bougie de blanc de baleine vaut, en moyenne, 1,44 unités P.L.S.

Deux lampes P.L.S. dont les lames de platine sont traversées par le même courant, mais dont les dimensions diffèrent, donnent des intensités lumineuses dont le rapport est constant.

Étant données les dimensions d'une lampe à platine, on peut calculer, au moyen d'une formule donnée par M. Schwendler, sa valeur photogénique en unités P.L.S.

Ces deux dernières conclusions de M. Schwendler sont inexactes, ou du moins ne se vérifient approximativement que si les dimensions des lampes sont très peu différentes; en effet, la chaleur développée par le même courant dans les deux lampes varie proportionnellement à leur résistance, et comme la lumière développée augmente plus rapidement que l'élévation de température, les lumières seront de teintes différentes, et leurs intensités ne seront pas dans le même rapport que la chaleur ou le travail développé par le courant.

M. Schwendler a mesuré, au moyen de son étalon, le travail nécessaire pour alimenter des lampes à incandescence et à arc voltaïque, et l'a comparé à la lumière produite.

Dans l'unité P.L.S. de lumière, le courant développé a une valeur de 725 méga-ergs par seconde; dans une autre lampe de dimensions différentes, l'unité P.L.S. correspondait au contraire à 300 méga-ergs, tandis que dans l'arc voltaïque l'unité de lumière exigeait 10 méga-ergs par seconde seulement. On voit quelle est la supériorité économique des lampes à arc sur les lampes à incandescence de platine, et certainement aussi sur celles à incandescence de fils de charbon.

J'ai fait quelques essais de l'étalon proposé par M. Schwendler, et je l'ai trouvé sujet à des causes d'erreur qui me paraissent de nature à en repousser l'adoption.

(1) *On a new Standard of Light* (*Philosophical Magazine*, t. VIII, p. 392, et *Journal de physique*, t. IX, p. 135.

Il est en effet indispensable d'entretenir le courant absolument constant, ce qui exige une surveillance continuelle; si l'on remarque que la quantité de chaleur dégagée dans un conducteur croît proportionnellement au carré de l'intensité du courant qui le traverse, on verra qu'une faible variation du courant produira un changement relativement considérable de température; de plus, la température variant dans des limites très étroites, l'émission de lumière subit des changements d'intensité d'autant plus grands que la température est plus élevée (Draper, E. Becquerel); il suit de là que des variations presque insensibles du courant produiront des changements relativement grands de l'intensité de la lumière émise.

La surface de la lame de platine qui émet la lumière a un pouvoir émissif assez faible quand elle est neuve et polie; mais, par l'usage, cette surface se désagrège, devient mate et son pouvoir émissif augmente; ainsi un même courant traversant une lame identique donnera une émission lumineuse variable avec le temps. J'avais essayé de rendre ce pouvoir émissif constant, en déposant électrolytiquement sur la lame de platine une couche de noir de platine; l'émission lumineuse était d'abord augmentée, puis diminuait, et la lame redevenait brillante par suite de la volatilisation lente du noir de platine. Il est probable que ce changement de structure du platine et sa volatilisation lente à une haute température, surtout dans le vide, sont les principales raisons qui ont fait abandonner les lampes à incandescence de fils de platine ou d'iridium dans le vide, proposées d'abord par M. Edison.

Enfin, cette lumière est beaucoup plus rouge encore que celle de la lampe modérateur; j'ai montré (1) en effet que la température de la flamme de ces lampes est d'environ 2000° et que cette flamme est, à ma connaissance, celle dont la température d'émission est la plus basse. La température de l'étalon Schwendler devant être nécessairement inférieure à celle de la fusion du platine qui, d'après M. Violle, est de 1775°, est encore plus basse que celle de la flamme de l'étalon Carcel et donne par suite une lumière encore plus rouge. On voit donc combien cet étalon est encore moins propre que le bec Carcel à être comparé à la lumière relativement blanche des foyers électriques, tels que les bougies et les lampes à arc.

J'avais eu, il y a quelques années (2), l'idée d'adopter, comme étalon de lumière, l'unité de surface d'une cornue en fer contenant du zinc entretenu à la température de l'ébullition; des difficultés pratiques me firent abandonner cet étalon qui aurait eu du moins l'avantage de réaliser une température d'émission rigoureusement constante, facile à reproduire en tous lieux et un pouvoir émissif constant, celui de la surface oxydée et noire de la cornue de fer; cependant il faut remarquer qu'un pareil étalon donnerait une lumière encore plus rouge que celle des précédents, à cause de la basse température à laquelle le zinc entre en ébullition.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XIX, p. 538.
(2) *Ibid.*, p. 498.

M. Violle a proposé, au congrès des électriciens, un étalon défini par la quantité de lumière émise par l'unité de surface d'un bain de platine porté à une température exactement égale à celle de sa solidification pendant toute la durée des observations photométriques; il est certain que les plus légères variations au-dessus ou au-dessous de ce point entraîneraient des différences considérables de la quantité de lumière émise; faisons aussi remarquer que cette lumière étant émise par un corps porté à la température de 1775°, degré de fusion du platine d'après M. Violle (1), doit être aussi plus rouge que celle de la flamme de la lampe modérateur dont la température est d'environ 2000°, et par conséquent moins comparable aux lumières des lampes électriques à arc. Si la surface d'un bain de platine fondu paraît d'un blanc éblouissant, cela tient uniquement au phénomène de Purkinje (2) et au pouvoir émissif du platine fondu qui est bien supérieur à celui des flammes; en effet, l'intensité lumineuse augmentant, les couleurs se modifient comme elles le feraient par un supplément de jaune; le rouge passe directement au jaune et finit même par paraître blanc, à un degré suffisant d'intensité. On peut s'en assurer, comme je l'ai fait voir, en affaiblissant cette lumière, soit par une projection très amplifiée de la source lumineuse, soit en la regardant à travers deux prismes de Nicol que l'on croise presque à l'extinction (3).

En résumé, les diverses sources de lumière proposées jusqu'à ce jour comme étalons sont très défectueuses, et ce sujet appelle les recherches des physiciens. Il est cependant une de ces unités dont l'usage s'est répandu en France dans la pratique courante, c'est l'étalon Carcel; il est d'un maniement facile, de bas prix, d'une constance suffisante pour la pratique, et son usage paraît devoir s'imposer, du moins provisoirement. Nous répéterons ici ce que nous disions de cet étalon au congrès des électriciens : ce n'est pas le meilleur, mais le moins mauvais des étalons connus; le congrès l'a recommandé au jury de l'exposition pour ses mesures photométriques, et nous pensons que cet étalon sera adopté jusqu'au jour où les recherches des physiciens nous auront donné un étalon pratique rigoureux, applicable aux recherches scientifiques et aux exigences de l'industrie.

A. Crova.
Professeur à la Faculté des sciences
de Montpellier.

(A suivre.)

(1) *Journal de physique*, t. VII, p. 77.
(2) *Zur Physiologie der Sinne*, t. II, p. 109.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XIX, p. 486.

CHIMIE INDUSTRIELLE

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCE DE M. CH. LAUTH

La porcelaine.

HISTOIRE. — FABRICATION. — DÉCORATION.

Les usages de la porcelaine sont si multiples, l'emploi de cette matière est devenu si général, que peu de personnes, dans cette enceinte même, se rappellent le temps peu éloigné cependant où elle était considérée comme un objet de luxe et où la faïence seule était à la portée de tous.

Quels avantages la porcelaine présente-t-elle sur la faïence? quels sont les procédés au moyen desquels on arrive à la fabriquer et à la décorer? tels sont les points que M. le président de l'association m'a demandé de développer devant vous; je le remercie d'avoir bien voulu me fournir l'occasion de traiter un sujet aussi intéressant, mais ce n'est pas sans une grande hésitation que j'ai accepté l'honneur périlleux de prendre la parole devant un auditoire habitué à entendre les princes de la science. Je fais appel à toute sa bienveillance, dont je sens combien j'ai besoin en ce moment.

Je diviserai cette conférence en trois parties; j'examinerai d'abord la nature de la porcelaine et l'histoire de sa découverte; je traiterai ensuite des points principaux de sa fabrication, enfin je vous exposerai les différents moyens employés pour la décorer.

Vous savez tous que la porcelaine est, d'une façon générale, le résultat de l'action du feu sur une certaine argile. En quoi diffère-t-elle de ce que l'on appelle les terres cuites et les faïences? Personne ne s'y méprendra quant aux caractères extérieurs : voici un objet en terre cuite ordinaire : vous voyez quelle en est la couleur, vous savez également combien la résistance en est faible.

La faïence, comme aspect, se rapproche, vous le voyez, de la porcelaine; elle est blanche à l'extérieur, quelquefois même à l'intérieur. Mais elle est rayable au couteau et elle est absolument opaque.

La porcelaine, au contraire, toujours blanche, d'une transparence parfaite, présente sur les deux autres produits l'avantage d'être plus dure que l'acier; au point de vue des emplois domestiques, cet avantage est capital: les objets de service de table attaqués par le couteau deviennent rapidement malpropres, ils répandent une odeur repoussante, ils exercent enfin sur l'économie une action délétère, car cette couverte blanche qui recouvre la terre est toxique.

Je ne puis, vous le comprendrez aisément, entrer dans le détail de la fabrication de toutes les poteries, ce serait vous faire un cours complet de céramique; qu'il me suffise de vous dire que les terres cuites sont obtenues par la simple action du feu sur des argiles ordinaires; que les faïences sont des terres cuites plus ou moins colorées, recouvertes d'un émail *plombifère,* rendu opaque par de l'étain (et c'est la présence du plomb qui peut les rendre dangereuses pour les emplois domestiques).

Que la porcelaine dure, enfin, est obtenue avec une argile blanche, le kaolin, et avec une couverte spéciale, le feldspath.

Le kaolin, silicate d'alumine hydraté naturel, est absolument réfractaire et opaque; c'est lui qui constitue la partie résistante de la porcelaine. Quant au feldspath (ou à la pegmatite), ce sont des silicates d'alumine et de potasse, fusibles à une très haute température, en un beau verre transparent; si donc on mêle une petite quantité de feldspath à du kaolin, si l'on recouvre ce mélange d'une couche de feldspath et qu'on chauffe le tout à une température très élevée, le feldspath fondra, donnera à l'argile opaque une transparence plus ou moins grande par la portion qui lui est mélangée, et par la portion qui est à sa surface, lui communiquera cette belle glaçure que vous connaissez tous. En réalité, les choses ne se passent pas aussi simplement; ce n'est pas seulement une action physique en présence de laquelle nous nous trouvons, il y a en réalité une attaque de l'argile par le feldspath, c'est une véritable action chimique dont le résultat entraîne sans doute la formation d'un silicate nouveau cristallisé (1), tous ces éléments se combinant ensemble plus ou moins; mais je ne puis entrer aujourd'hui dans ces détails qui donneraient à ma conférence une étendue trop considérable.

Comment est-on arrivé à réaliser la production de la porcelaine? Il faut, pour le comprendre, savoir que cette argile, ce kaolin est le produit de la décomposition de la roche feldspathique qui, sous des influences peu déterminées encore, a perdu son silicate de potasse et se transforme ainsi en silicate d'alumine; les deux corps se rencontrent donc fréquemment juxtaposés dans la nature et on peut expliquer ainsi l'idée qui a poussé les créateurs de cette industrie à les employer l'un avec l'autre. Mais un point plus intéressant à rechercher serait celui de savoir comment on est arrivé à réaliser cette fabrication. Le feldspath, en effet, fond à une température excessive, au rouge blanc, aux environs de 1600°. Comment a-t-on pu avoir l'idée que cette roche fondrait? Comment a-t-on pu ensuite chercher et obtenir dans des appareils de grande dimension ces températures élevées, alors que les terres réfractaires de première qualité peuvent seules y résister?

Ces questions ne peuvent guère être résolues.

J'ai cru utile d'y faire allusion, parce que je ne puis m'empêcher d'être saisi d'admiration pour la sagacité, la patience et l'audace de ces inventeurs orientaux qui, sans connaissances scientifiques sérieuses, ont pu, il y a plus de mille ans, créer une industrie dont les difficultés, aujourd'hui encore, sont des plus considérables.

C'est, en effet, à une haute antiquité que remonte la décou-

(1) Le microscope permet, en effet, de constater la présence de cristaux dans des lamelles très fines de porcelaine.

verte de la porcelaine en Chine ; il est certain que les Chinois la fabriquaient couramment, il y a au moins mille ans ; plusieurs auteurs font remonter cette découverte à quinze ou dix-huit cents ans, mais les études consciencieuses qui sont faites journellement sur ce point ne permettent pas de lui attribuer une origine plus ancienne que celle dont j'ai parlé.

Il est probable que les premières pièces qui arrivèrent en Europe y furent apportées par les Vénitiens à la fin du XIIIe siècle; au milieu du XVe siècle, Charles VII, roi de France, reçut en cadeau, du sultan de Babylone, des porcelaines chinoises ; mais ce ne fut qu'au XVIe siècle, par l'intermédiaire des marchands portugais et hollandais, que l'importation de ces produits orientaux prit une véritable importance.

Il est facile de comprendre l'étonnement et l'admiration que provoquèrent à leur arrivée en Europe ces objets, de matière inconnue, revêtus de couleurs éclatantes, avec leurs formes multiples, bizarres et élégants à la fois. Il est facile aussi de comprendre que les savants et les artistes portèrent avec passion leurs recherches de ce côté; mais il ne faut pas oublier que la chimie n'existait point alors et que rien, pour ainsi dire, ne pouvait servir de guide à l'esprit des chercheurs.

Nous n'en devons admirer que davantage la découverte que deux Français firent à la fin du XVIIe siècle, je veux parler de celle de la porcelaine tendre. Paris et Rouen se disputent l'honneur d'avoir été le berceau de cette découverte ; que ce soit Louis Poterat ou Reverend à qui nous en sommes redevables, nous n'en saluons pas moins avec fierté et reconnaissance les noms de ces travailleurs émérites qui ont doté la France d'une industrie charmante, dont aujourd'hui encore les produits sont recherchés avec le plus vif empressement par les amateurs et les artistes.

Nous devons insister sur le caractère français de cette découverte et dans un temps où par envie, par scepticisme ou par découragement, tant d'esprits se laissent aller à douter du génie de notre pays, nous devons saluer par nos applaudissements la mémoire de tous ceux qui ont accru le patrimoine glorieux de la France !

La porcelaine tendre n'a aucun rapport avec la porcelaine ordinaire ; elle ne renferme ni kaolin ni feldspath : c'est un produit artificiel, presque un verre, qu'on obtient avec une fritte composée essentiellement de sable, de chaux, de potasse, de soude et une petite quantité de marne calcaire. Ce mélange, rendu plastique par l'addition de savon noir ou de divers mucilages, est façonné, cuit sans émail et recouvert après cuisson d'un cristal composé de silice, de plomb, de potasse et de soude. La beauté de cette matière, sa glaçure parfaite, la facilité avec laquelle les couleurs vitrifiables s'y fixent, font de la porcelaine tendre une combinaison exceptionnellement favorable à la décoration. Chacun de vous, messieurs, en connaît la valeur artistique et je me contente de vous en présenter un échantillon pour rappeler à votre souvenir les qualités de cette belle matière.

La découverte de la porcelaine tendre n'arrêta pas les recherches des savants et des potiers qui voyaient bien qu'elle ne présentait aucun des caractères de la porcelaine de Chine. Un hasard heureux fit découvrir, en Saxe, un gisement de kaolin (1709) et à permit à Böttger de créer à Meissen la première fabrique européenne de porcelaine dure.

Cinquante ans après seulement (1758) Guettard à Alençon, puis Mme Daret, à Saint-Yrieix près de Limoges (1765), découvrirent nos gisements français et c'est ce qui explique comment, malgré les recherches et les découvertes de notre compatriote Hanong, la fabrication industrielle de la porcelaine dure ne fut réalisée en France qu'un demi-siècle (1776) après la fondation des manufactures allemandes.

La porcelaine tendre succomba assez rapidement dans sa lutte avec la porcelaine dure ; au point de vue artistique, ce fut un malheur, car cette dernière matière est bien ingrate pour le décorateur; mais il ne faut pas oublier qu'il s'agissait surtout à cette époque de créer pour l'économie domestique une industrie absolument salubre et je pense être dans le vrai en disant que l'illustre Brongniart a rendu à notre pays un service capital en portant tous les efforts de son puissant génie sur l'étude de la fabrication de la porcelaine kaolinique, à laquelle, par ses découvertes savantes, ses recherches méthodiques, ses admirables publications, il a donné des bases scientifiques absolument inébranlables.

Le kaolin naturel n'est jamais de l'argile pure; il renferme, et en quantités variables, du sable, du feldspath non décomposé, etc.; comme il importe dans la fabrication d'avoir des pâtes toujours identiques, il faut commencer par purifier le kaolin ; à cet effet, on concasse la masse que je vous présente, on la délaye dans l'eau, et par des lévigations successives on sépare les produits en plusieurs catégories ; l'argile se déposant extrêmement lentement est entraînée la première et on peut assez facilement l'obtenir presque pure; les dépôts ultérieurs composés de sables plus ou moins feldspathiques sont broyés dans des moulins et entreront à leur tour dans la préparation des pâtes.

La nature de la porcelaine, ses propriétés physiques et chimiques varient à l'infini selon les proportions des deux éléments constituants (kaolin et feldspath), et l'addition des autres matières, chaux, sables siliceux, tessons, etc., qu'on y fait fréquemment. Chaque pays, chaque fabrique pour ainsi dire, a sa composition, qui est basée sur l'emploi auquel on destine la porcelaine, sur le degré de résistance qu'on exige d'elle et aussi sur le genre de décoration qu'on lui réserve. D'une façon générale la porcelaine est d'autant plus solide qu'elle est plus argileuse, et elle exigera alors pour sa cuisson une température plus élevée; si, au contraire, on augmente la proportion de feldspath, elle deviendra plus fusible, cuira par conséquent à une température plus basse, et se prêtera mieux à la décoration ; mais sa plasticité, la possibilité d'être facilement travaillée, diminueront rapidement.

Le mélange des diverses matières adoptées doit être parfait; on le réalise en les délayant dans l'eau et en les mettant en contact intime par des agitateurs mécaniques ; puis on laisse le tout se déposer au fond de l'eau, on décante et on enlève l'excédent de l'eau soit à l'aide de filtres-presses, soit

par le vide; soit enfin par le contact de substances poreuses comme des réservoirs en plâtre.

On obtient ainsi une masse qu'on conserve plus ou moins longtemps et qui, en vieillissant, acquiert une plasticité de plus en plus grande; on prétend que les Chinois, dont certaines pâtes très siliceuses sont peu plastiques, les conservaient pendant des périodes d'un siècle; mais cette affirmation est loin d'être démontrée. L'expérience a d'ailleurs prouvé que les qualités requises d'une bonne pâte peuvent lui être communiquées par un pétrissage prolongé ou par le tournassage. D'excellents appareils mécaniques sont fabriqués aujourd'hui dans ce but.

Le but qu'on poursuit en travaillant ainsi la pâte, en la *marchant,* ou en la *battant,* est non seulement de lui donner de la plasticité et une homogénéité parfaite, mais encore d'en extraire les bulles d'air qui y sont emprisonnées; si l'on ne prenait pas ce soin, ces bulles se dilateraient plus tard, au moment de la cuisson des pièces, et provoqueraient des accidents graves.

Voici notre terre convenablement préparée; il s'agit maintenant de lui donner la forme, qu'une étude préalable, du domaine du sculpteur, a arrêtée et qui nécessite une connaissance approfondie de l'ensemble de la fabrication. On se tromperait fort, et en fait on se trompe fréquemment, en admettant qu'un objet d'une forme quelconque peut être fait en porcelaine; on oublie, en raisonnant ainsi, qu'au moment de la cuisson la porcelaine se ramollit, que pour conserver sa forme elle doit être soutenue et que, comme elle est recouverte d'un verre fondu à ce moment, il est indispensable de trouver dans toute pièce des endroits de supportage, non émaillés, sous peine d'avoir des collages qui pourraient entraîner la perte de l'objet.

Vous saisissez ainsi l'une des difficultés de la fabrication de la porcelaine et l'un des points qui la différencie le plus avec la faïence.

La fabrication des objets en porcelaine peut être réalisée de deux façons absolument distinctes, *sans moules* ou *avec des moules*.

Occupons-nous d'abord de la première méthode, au moyen de laquelle on produit toutes les formes qui peuvent être obtenues sur un tour; l'opération se divise en deux parties : l'ébauche et le tournassage. M. Morin, l'un de nos excellents ouvriers de la manufacture de Sèvres, va successivement les réaliser sous vos yeux; il jette sur le milieu de la girelle de son tour une masse de pâte en rapport avec le volume de l'objet qu'il s'agit de produire et dont il a le dessin à côté de lui; il donne, à l'aide de son pied, un mouvement de rotation au plateau du tour; puis, comprimant la pâte avec ses deux mains, il la force à monter, à redescendre, et à prendre ainsi une homogénéité absolue, indispensable, sous peine de déformations ultérieures; quand il juge ce résultat atteint, il creuse l'intérieur de la pièce avec ses pouces et il force avec ses autres doigts la pâte à monter; il obtient ainsi une sorte de cylindre qui pourrait être considéré comme l'ébauche d'une première pièce, mais il va en même temps vous montrer comment on pourrait produire, par le même procédé, un cornet, un vase, une bouteille, une coupe.

Ces différents objets ne sont qu'*ébauchés,* c'est-à-dire qu'ils reproduisent à peu près la forme définitive qu'ils doivent affecter. On les laisse sécher, et cette opération doit être réalisée avec toutes sortes de précautions, car la moindre précipitation entraînerait des fissures.

Lorsque la pièce est arrivée au point voulu, l'ouvrier la remet sur son tour et commence la seconde opération, le *tournassage,* qui a pour but de terminer l'objet, de lui donner l'épaisseur et la forme exacte arrêtées par le dessin, d'y produire les moulures, les filets, en un mot, les ornements réguliers qui le décorent. Vous voyez que les instruments qui servent au tournassage sont d'une simplicité extrême; ils ne font valoir que davantage l'habileté extrême de l'ouvrier, et je saisis avec empressement cette occasion de rendre hommage à la merveilleuse adresse des tourneurs de la manufacture de Sèvres.

J'arrive maintenant à l'autre méthode, dans laquelle intervient l'emploi des moules; elle est destinée à la fabrication des objets qui ne présentent pas de surface de révolution, mais souvent aussi, comme nous le verrons avec le *coulage,* elle sert à obtenir des pièces très légères ou au contraire de très grands objets que le tournage ne donnerait que difficilement.

Supposons qu'il s'agisse de reproduire en porcelaine un objet de sculpture, soit par exemple ce médaillon sorti de la main d'un habile sculpteur. Le modèle en terre sera moulé en plâtre, et dans ce moule, bien sec, on appliquera une galette de pâte, une *croûte,* qu'on comprimera avec grand soin et aussi également que possible; la terre épousera tous les détails de la sculpture, et au bout de peu d'instants, le plâtre ayant absorbé l'eau de la pâte avec laquelle il se trouve en contact, il s'opérera un retrait grâce auquel l'épreuve va se détacher pour ainsi dire d'elle-même. Si le modèle a été bien compris, c'est-à-dire s'il ne présente pas de creux qui s'opposent au démoulage, l'opération réussit à coup sûr et elle présente des résultats parfaits, comme celui que je vous présente.

Mais ceci est le cas le plus simple; lorsqu'il s'agit au contraire d'obtenir des objets en ronde bosse, des statuettes, des bustes, ces groupes élégants si appréciés sous le nom de « biscuits de Sèvres », ou ces vases somptueux dont la décoration sculpturale est souvent le seul ornement, les choses sont bien autrement compliquées.

S'agit-il par exemple de reproduire cette charmante Baigneuse de Falconet, le mouleur en plâtre commencera par dépecer l'objet en un certain nombre de morceaux dont la quantité sera fixée par la possibilité du démoulage; puis il fera, en plâtre, autant de moules qu'il y a de fragments. Ces moules, à leur tour, serviront à la reproduction de chacun de ces fragments (et je ne vous retrace ici qu'à grands traits l'ensemble de cette fabrication bien autrement compliquée), puis ils seront réunis et collés à l'aide de pâte délayée dans l'eau.

Ici intervient une autre main, celle du réparateur : le moulage donne forcément des coutures, il ne reproduit qu'imparfaitement les finesses de la sculpture; le réparateur a pour mission de transformer en un objet d'art cette ébauche grossière, et c'est grâce à l'intelligence, au goût et à l'adresse de ces artistes que la manufacture de Sèvres a su obtenir ces biscuits si estimés, qui fréquemment ne le cèdent en rien aux marbres les plus précieux.

Je ne puis quitter ce sujet sans parler d'une propriété importante de la porcelaine au moment de sa cuisson, le retrait. Au moment où les éléments de la pâte se combinent, ils diminuent de volume, dans une proportion de 10 à 15 pour 100, c'est ce qu'on nomme le retrait. Je mets sous vos yeux trois objets, l'un cru, le second dégourdi, le troisième cuit, qui vous feront comprendre combien il est nécessaire de tenir compte de cette propriété; la moindre irrégularité dans le façonnage, une compression inégale dans le moulage, une différence dans l'état de la terre, une résistance matérielle opposée au mouvement que suivra l'objet dans son retrait, sont autant de causes d'accidents qu'il faut éviter et qu'on ne peut malheureusement pas toujours prévoir.

L'emploi des moules n'est pas seulement réservé aux pièces de sculpture, comme je l'ai dit il y a un instant, il permet encore, par un artifice des plus ingénieux, de fabriquer rapidement et économiquement les pièces les plus variées; le procédé auquel je fais allusion est celui du *coulage*.

D'après Brongniart, le procédé du coulage fut découvert, en 1784, à Tournay ; lui-même y introduisit de nombreux perfectionnements.

Rien n'est plus simple que la fabrication, par coulage, d'un objet de petite dimension. Voici le moule en plâtre d'une tasse ; nous coulons dans ce moule de la barbotine, c'est-à-dire de la terre à porcelaine délayée dans l'eau; les parois du moule absorbent l'eau avec laquelle ils se trouvent en contact et déterminent ainsi la formation d'une couche moins liquide que le reste et qui se fixe contre ces parois; lorsque l'épaisseur en est jugée convenable, on vide l'excès de barbotine, et ce qui reste dans le moule constitue la tasse; on la laisse sécher, et, au bout de peu de temps, elle a pris assez de consistance pour pouvoir être retirée de son moule, sans crainte de déformation.

Je fais circuler dans l'amphithéâtre un certain nombre de ces objets ; vous voyez que ce procédé permet de leur donner une légèreté et une délicatesse extrêmes ; vous voyez aussi qu'il suffit de la plus légère pression des doigts pour les anéantir.

Ce même procédé du coulage sert, à Sèvres, à la fabrication des grandes pièces ; mais, dans ce cas, il est indispensable d'avoir recours à un tour de main spécial. Lorsque, après avoir rempli un moule de 1 mètre de hauteur et de 60 centimètres de diamètre, par exemple, on laisse écouler l'excès de barbotine par l'ouverture inférieure du moule, la pâte suspendue contre les parois (et qui, dans un cas pareil, doit atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur) tend à s'affaisser et à tomber ; le moindre déplacement perdra la pièce, il faut donc l'éviter à tout prix.

Comment retenir cette masse presque liquide ? Mon illustre prédécesseur Ebelmen paraît avoir conçu, en 1848, le projet d'en empêcher la chute en soutenant la pâte contre les parois du moule par une poche en caoutchouc qu'on aurait gonflée d'air au moment de l'écoulement du liquide, et qui aurait ainsi épousé la forme du moule. Cette idée, si tant est qu'elle ait été mise à exécution, n'a pas laissé de traces sérieuses de son application.

Le procédé actuellement suivi depuis 1857 est dû à M. Milet, l'habile chef actuel de la fabrication à Sèvres, qui, avec le concours d'un intelligent ouvrier, M. Delacour, a déterminé toutes les conditions d'une réussite parfaite. Il consiste à diriger dans l'intérieur du moule, au moment où on juge nécessaire l'écoulement de la barbotine, de l'air comprimé qui remplace le liquide et maintient la pâte contre les parois. Cette idée, qui paraît si simple aujourd'hui et qui donne de si excellents résultats, a nécessité des recherches laborieuses. M. Regnault ultérieurement a remplacé l'air comprimé par l'action de l'air raréfié agissant à l'extérieur des moules, ce qui, dans bien des cas, rend l'opération plus pratique.

Le résultat est le même ; la pâte est soutenue contre les parois ; le moule peut être vidé sans danger et fournit une pièce parfaite. L'absence de coutures, la pureté des contours, la netteté des surfaces, rendent le procédé du coulage inappréciable, lorsqu'il s'agit d'obtenir un objet d'art, et le mettent bien au-dessus du procédé du moulage.

Les détails d'une pareille opération sont extrêmement minutieux ; aucun cependant n'est à négliger, et vous vous rendrez compte de l'importance qu'il convient de leur attribuer, en réfléchissant qu'un défaut caché dans l'intérieur d'une grande pièce, une bulle d'air emprisonnée, un manque d'homogénéité dans la pâte, etc., peut ne s'apercevoir qu'après la cuisson, lorsqu'elle aura été décorée et qu'elle aura souvent acquis une valeur de plusieurs milliers de francs ; la moindre faute dans le coulage peut anéantir cette valeur. Cette opération délicate est aujourd'hui confiée, à Sèvres, à M. Constant Renard, qui l'améliore journellement ; il a bien voulu faire ce modèle d'un atelier de grand coulage, que nous ferons fonctionner à la fin de cette conférence.

Les objets fabriqués par l'une ou l'autre des méthodes que je viens d'esquisser devant vous doivent maintenant être transformés en porcelaine, c'est-à-dire soumis à l'action du feu, qui combinera les divers éléments de la pâte et déterminera la fusion de la couverte.

La cuisson se fait en deux fois ; dans la première opération, où la température est relativement peu élevée (elle ne dépasse pas 1000 à 1200 degrés), la terre se transforme en ce que l'on appelle le dégourdi ; elle est devenue très résistante, sonore et extrêmement poreuse ; c'est dans cet état qu'elle est soumise à l'émaillage.

L'opération est des plus simples : elle consiste en une immersion rapide, dans de l'eau tenant en suspension la roche feldspathique (feldspath ou pegmatite, selon les fabrications), réduite préalablement à l'état de poudre absolument impalpable.

Mais, quelque simple que paraisse l'émaillage, il nécessite les plus grands soins ; il faut que la couche d'émail ait l'épaisseur qui convient à la pièce, ni trop, ni trop peu, sous peine d'accidents irrémédiables ; il faut que cette couche soit aussi uniforme que possible, qu'il n'y ait ni *bourrelets* ni *maigreurs ;* ces diverses qualités ne peuvent être obtenues par le trempage seul, qui est toujours suivi d'une retouche au pinceau.

Nous arrivons enfin à la cuisson au grand feu, pour laquelle il est nécessaire d'atteindre une température de 1600 à 1800 degrés, point auquel a lieu la fusion du feldspath.

Quelques détails vous feront comprendre la marche et les difficultés de cette opération.

La terre à porcelaine ne peut être cuite au contact direct des flammes, de la cendre et de la fumée, sans être profondément altérée ; il faut donc, pour le dégourdi comme pour le grand feu, l'enfermer dans des enveloppes protectrices, auxquelles on donne le nom de *gazettes* ou *casettes ;* ce sont des étuis en terre aussi réfractaire que possible, et dans lesquels, sur des supports convenablement aménagés, les pièces sont disposées avec le plus grand soin. Vous n'avez pas oublié que la porcelaine doit, pour être cuite, atteindre son point de ramollissement ; il faut donc, au moment de l'encastage, prévoir ce ramollissement, et, à cet effet, soutenir toutes les parties qui pourraient se déformer ; mais il faut qu'en même temps les supports ne collent pas à la pièce ; ce n'est qu'à l'aide d'artifices de toutes sortes qu'on réalise ce problème, sans que ces supports laissent ultérieurement des traces visibles.

Je mets sous vos yeux deux exemples de ces supportages, où l'habileté et l'ingéniosité de l'ouvrier trouvent fréquemment matière à s'exercer.

Voici nos pièces encastées et prêtes à être portées au four, les unes pour être dégourdies, les autres, émaillées, pour être cuites au grand feu.

Arrivons au four.

Un coup d'œil jeté sur ce dessin et sur ce plan vous permettra de comprendre en quoi il consiste ; tout d'abord vous voyez qu'il a deux étages : le supérieur représente le *globe* dégourdi ; il est chauffé par la chaleur perdue qui s'échappe de l'étage inférieur et pénètre dans le globe par les carneaux de la voûte ; l'étage inférieur où s'opère la cuisson de grand feu se nomme le laboratoire ; il est chauffé au moyen d'un certain nombre de foyers faisant saillie sur le pourtour du four et que l'on nomme alandiers.

Les *gazettes,* remplies d'objets de toutes sortes, sont disposées dans l'intérieur du laboratoire, bien verticalement, aussi symétriquement que possible et soutenues par des *accots;* quand le four est entièrement garni, on ferme l'entrée par une double porte en matériaux réfractaires et on allume le feu dans les divers alandiers ; la température doit être élevée très lentement et très régulièrement pour éviter les dilatations inégales qui entraîneraient la rupture des objets ; on en suit l'ascension par de petites ouvertures ménagées à cet effet dans le massif du four et qui permettent de voir la couleur du feu ; successivement on le voit passer du rouge sombre au rouge vif ; il atteindra, lorsque par la marche dite de grand feu on aura diminué l'entrée de l'air, l'orangé, l'orangé vif et enfin le blanc. A ce moment, auquel on arrive selon les appareils et la marche suivie, après vingt-quatre, trente-six ou même soixante heures, la porcelaine est près de son point de cuisson ; comme malheureusement il n'existe jusqu'ici aucun appareil capable de fournir un renseignement précis et régulier sur la température du four, on est obligé de préjuger de l'état général de la cuisson, en retirant des diverses parties du four de petits morceaux de porcelaine, des *montres* qui renseignent d'ailleurs assez exactement sur la marche de l'opération. Quelques heures avant la fin de la cuisson, les montres sont glacées, mais elles tressaillent, c'est-à-dire qu'elles se fendillent par le refroidissement ; si l'on s'arrêtait à ce moment, les pièces enfermées dans le four se briseraient inévitablement et la fournée serait perdue ; on continue donc à chauffer jusqu'à ce que les montres parfaitement glacées et transparentes ne présentent plus ce phénomène, mais on ne saurait prolonger bien longtemps la cuisson à ce moment sous peine d'altérer la porcelaine ou de risquer dans l'intérieur du four des effondrements désastreux.

En réalité, ce point est toujours délicat à saisir, car il est également difficile d'éviter à la fois les deux écueils.

Lorsque la cuisson est jugée complète, on couvre le feu, on ferme toutes les issues et on laisse refroidir le four, ce qui exige quatre à huit jours.

Je n'ai parlé jusqu'ici que de la température à laquelle il faut arriver pour cuire la porcelaine ; il est un point tout aussi important à étudier, c'est la nature des gaz qui existent dans le four. Si l'on ne cuit que de la porcelaine blanche, on aura généralement intérêt à avoir une atmosphère réductrice, parce que les petites quantités de fer, de titane, etc., que renferment les argiles, seront amenées au minimum d'oxydation et ne coloreront pas la masse en jaune comme le ferait une flamme oxydante ; si, au contraire, la porcelaine est décorée, il est en général avantageux d'avoir une atmosphère oxydante et comme presque toujours on cuit les deux en même temps, ce n'est qu'avec une série de tours de main, comme par exemple l'introduction artificielle dans les piles de courants gazeux appropriés à tel ou tel objet, qu'on peut arriver à un résultat convenable.

Pour nous renseigner sur la nature des gaz existant dans le four, je trouve avantageux de faire faire par un de nos ingénieurs, M. Auscher, des analyses fréquentes de ces gaz pendant la cuisson ; l'appareil Orsat nous rend à ce point de vue des services réels.

La nature du combustible employé est très variable ; on se sert de bois de diverses essences ou de houille. Tous nos efforts doivent tendre à l'application de gazogènes qui seuls nous permettront d'être maîtres de nos cuissons.

Je ne puis évidemment mettre sous vos yeux une cuisson industrielle de porcelaine, mais j'ai cru intéressant de vous montrer un moyen pratique de faire des essais de cuisson au laboratoire.

J'ai eu l'idée d'employer à ces essais le four bien connu

de M. Perrot et j'ai eu la satisfaction de constater qu'en deux heures environ on y peut cuire de la porcelaine. L'emploi de cet excellent appareil nous a rendu des services inappréciables, puisqu'il nous a permis d'étudier toute une série de phénomènes peu déterminés et de faire, à des températures variables, des expériences très intéressantes; je le recommande non seulement aux chimistes, mais encore aux industriels qui pourront ainsi rapidement faire des essais et même obtenir une production facile de petits objets délicats.

Vous avez vu allumer le four au commencement de cette conférence; je pense que la cuisson doit être terminée en ce moment; nous allons éteindre le gaz et dans un quart d'heure je vous présenterai des échantillons qui auront été émaillés, enfournés et cuits sous vos yeux.

Messieurs, après vous avoir donné un aperçu aussi succinct que possible des points principaux de la fabrication de la porcelaine, je désire vous dire quelques mots des procédés employés pour décorer et enrichir cette belle matière. L'art de fixer les couleurs sur une poterie diffère essentiellement de celui qui consiste à fixer des couleurs sur tissus, sur bois, sur papier; on exige d'ailleurs de la décoration céramique des qualités spéciales qui la distinguent de toute autre. Une adhérence parfaite, une résistance absolue aux agents atmosphériques, une glaçure qui permette de confondre les couleurs avec celle de l'objet lui-même, telles sont les qualités caractéristiques d'une belle décoration céramique.

Comme la couverte de la porcelaine est une roche, une des substances les plus dures du règne minéral, on comprend que, pour y faire adhérer une couleur, il faille adopter des procédés absolument spéciaux.

C'est seulement par l'intervention d'une température élevée qu'on peut arriver à ce résultat, et cette circonstance élimine tout d'abord de la palette du céramiste toutes les matières colorantes organiques et les couleurs minérales peu stables.

C'est à des oxydes, à des silicates métalliques ou à des métaux qu'on a recours.

Et la fixation de ces couleurs est toujours le résultat d'une action chimique, d'une combinaison qui a lieu à haute température entre le corps ou la couverte de la porcelaine et les matières employées pour la décorer.

Plusieurs méthodes très différentes sont appliquées dans ce but; elles se distinguent en deux grandes classes : la décoration de grand feu, la décoration de moufle.

La première consiste à appliquer sur la porcelaine des substances colorantes qui s'y fixent et s'y développent à la température même de la cuisson de la porcelaine; c'est elle qui donne les résultats les plus estimés; comme l'émail couvre la couleur, elle prend un éclat et une profondeur extrêmes; elle fait corps avec l'objet.

C'est par ce procédé qu'on obtient le magnifique bleu de Sèvres, certains bruns, des noirs et quelques autres nuances.

La couleur peut être ou mélangée à la pâte, ou mise sur l'objet façonné, avant l'émaillage, ou mélangée à la couverte elle-même; on peut également l'appliquer sur la porcelaine déjà cuite et cuire une seconde fois au grand feu. C'est notamment le procédé que nous employons à Sèvres pour nos bleus. Voici un objet de porcelaine blanche, nous le badigeonnons avec un mélange d'oxyde de cobalt et de couverte et dans cet état il repassera au grand feu d'où il sortira avec la magnifique couleur que vous connaissez.

L'une des variétés les plus brillantes de la décoration au grand feu consiste dans ce que l'on appelle le procédé des pâtes d'application.

Connu depuis fort longtemps par les Chinois, il a passé par des phases diverses avant d'arriver à la perfection actuelle; les recherches de MM. Discry et Talmours (1839), les essais de M. Régnier, à Sèvres (1840), ceux de M. Halot, à Montreuil-sous-Bois (1843), les observations de M. Riocreux, enfin les travaux de M. Fischbag, de Sèvres (1849), ont successivement ouvert la voie; les premiers essais du procédé actuel paraissent avoir été faits à Sèvres, par M. Louis Robert, mon prédécesseur distingué.

La méthode des pâtes d'application consiste à peindre au pinceau, avec de la barbotine, sur la porcelaine crue ou dégourdie; on peut arriver par des applications successives et ménagées à une épaisseur très grande, dans laquelle l'artiste vient ensuite, en sculptant, donner à sa décoration un fini et un précieux remarquables. On dégourdit, on émaille et on cuit au grand feu.

Lorsque la barbotine a été appliquée sur un fond teinté, on obtient par transparence des effets charmants qui font ressembler la porcelaine à des camées.

Si l'on ajoute à cette barbotine des oxydes colorants, on réalisera une véritable peinture au grand feu, qui a quelquefois une grande puissance.

Nous sommes malheureusement obligés de reconnaître que la décoration au grand feu, par cela seul qu'elle nécessite l'intervention d'une température excessive, est très limitée dans le nombre des couleurs qu'elle peut obtenir.

Il n'en est plus de même de la décoration au feu de moufle; dans cette méthode, on peint toujours sur porcelaine cuite, par conséquent sur émail, et on chauffe à une température relativement basse. La couverte ne pouvant plus fondre, comme dans le cas du grand feu, il faut, pour faire adhérer les couleurs ou les métaux, l'or, le platine, etc., avoir recours à un intermédiaire, qu'on appelle le fondant; c'est, en général, un silicate ou un silico-borate de plomb (pour les métaux, on emploie le sous-nitrate de bismuth); par l'élévation de la température, ces corps fondent; ils attaquent la couverte, s'y combinent et, en même temps, déterminent par cette réaction l'adhérence de la couleur.

Selon la nature des fondants et des couleurs, on devra chauffer plus ou moins haut; et comme certaines couleurs sont plus sensibles que d'autres, on sera fréquemment dans l'obligation de cuire à des feux successifs et différents.

La cuisson des couleurs de moufle nécessite une grande expérience; là encore, l'absence d'instruments de précision nous fait défaut, et nous n'avons d'autre moyen de nous assurer de la température qui règne dans les moufles que d'observer sur des *montres* de porcelaine les changements de

couleur que subissent certaines préparations très sensibles aux différences de température. Nous avons tenté de réaliser ici, dans ce moufle chauffé au gaz, une cuisson de couleurs ; dans un instant, vous pourrez juger si nous avons réussi.

La palette de Sèvres est absolument complète ; elle a permis de reproduire d'une façon merveilleuse les chefs-d'œuvre des plus grands peintres et depuis que M. François Richard a constitué ce que l'on appelle la palette de demi-grand feu, on peut obtenir en moufle des couleurs d'un glacé et d'un éclat remarquables.

Malgré la beauté de nos couleurs de grand feu et la richesse de notre palette de peinture, la décoration de la porcelaine dure française laisse beaucoup à désirer : les couleurs de grand feu sont trop peu nombreuses et trop délicates pour qu'on puisse en tirer des effets très variés ; quant aux couleurs de moufles, elles possèdent, malgré toute leur richesse, un défaut capital : elles sont opaques, elles *couvrent* la porcelaine et masquent toutes les qualités de cette matière précieuse.

Vous comprendrez mieux ma pensée en comparant ces trois objets : un vase de porcelaine peint, un objet de faïence décorée, enfin une porcelaine de Chine. Tandis que, sur le premier, les couleurs sont opaques à ce point qu'elles ne permettent plus de juger si elles sont appliquées sur de la porcelaine ou sur toute autre substance, elles sont, dans les deux autres cas, absolument transparentes, et vibrent sous l'œil comme des pierres précieuses ; c'est que, dans ces deux cas, on n'a plus à faire à des oxydes métalliques opaques, mais bien à des émaux, c'est-à-dire à des verres, à des cristaux colorés.

La découverte de ces procédés de décoration a préoccupé de tous temps les céramistes, et je serais oublieux de tous mes devoirs si je ne rendais ici un public hommage aux recherches remarquables que M. Salvetat, ancien chef des travaux chimiques de la manufacture, a publiées naguère sur ce point en collaboration avec M. Ebelmen. Il a pu, à la suite de ces recherches, jeter les bases d'une fabrication nouvelle, que les circonstances ne lui ont malheureusement pas permis d'établir d'une façon industrielle.

La manufacture de Sèvres est aujourd'hui en possession de ces nouveaux moyens de décoration ; vous me permettrez de ne pas traiter aujourd'hui de cette découverte, à laquelle je suis trop personnellement intéressé ; j'ai tenu à en dire un mot, afin d'avoir le très grand plaisir de remercier mon ami et collaborateur, M. Vogt, chef actuel des travaux chimiques à Sèvres, pour la part importante qu'il a prise dans ces travaux ; je dois également remercier mon préparateur, M. Giraud, qui nous a aidés fort intelligemment.

J'attache une importance réelle à ces nouveaux procédés ; ils nous permettront, je le crois, de remplacer la peinture proprement dite par une décoration vive et brillante, aussi éclatante que celle de la faïence, sur laquelle elle devra l'emporter par le précieux et la délicatesse de la matière elle-même.

Je ne doute pas que l'habileté proverbiale des éminents artistes de Sèvres sache en tirer un parti remarquable, et, qu'appliquant leur talent à la recherche d'effets décoratifs nouveaux, ils arrivent à réaliser, non pas des copies banales de ce qui s'est fait en Orient, mais un genre national français, qui rendra à la porcelaine le rang élevé que les faïences artistiques ont été sur le point de lui enlever.

J'ai terminé, mesdames et messieurs, cette trop longue conférence ; je ne puis cependant renoncer à la parole sans dire un mot du rôle que doit, à mon sens, jouer cet établissement que j'ai l'honneur de diriger, et dont le nom est revenu si souvent sur mes lèvres ce soir.

Sous les gouvernements monarchiques, la manufacture de Sèvres, entretenue par la liste civile, dépendait du souverain, qui pouvait disposer à son gré de ses produits et de ses procédés.

Les savants qui ont dirigé Sèvres ont compris de tous temps qu'ils devaient faire bénéficier l'industrie privée des libéralités royales.

Ce devoir s'impose à nous aujourd'hui avec une gravité d'autant plus grande que la manufacture est devenue un établissement national, entretenu par le pays lui-même.

J'estime donc qu'elle doit être une école de céramique et perdre absolument le caractère d'une fabrique ; son rôle consiste à chercher des procédés nouveaux, des formes et des décorations originales, à créer des artisans et des artistes qui soient des maîtres en leur art ; elle doit, et c'est son devoir absolu, répandre dans l'industrie française le résultat de ses recherches ; j'ai la conviction qu'en agissant ainsi, la manufacture de Sèvres fera une chose utile pour notre industrie nationale et glorieuse pour la France et la République.

CHARLES LAUTH.

GÉOGRAPHIE MÉDICALE

ÉCOLE D'ANTHROPOLOGIE

COURS DE M. A. BORDIER

Résumé des cours précédents. — Les milieux et le transformisme (1).

Messieurs,

Je n'ai pas besoin de définir pour vous la géographie médicale ; *c'est l'étude des maladies suivant les pays et suivant les races.* Mais il en est d'une science, comme d'une haute montagne : selon qu'on l'observe d'un point ou d'un autre, la montagne comme la science prend un aspect tout différent. Pour ne parler que de la science, les conclusions

(1) Première leçon faite à l'École d'anthropologie, le samedi 18 novembre. Ce résumé et ce programme pourront montrer à ceux qui semblent l'ignorer, que l'École d'anthropologie de Paris s'occupe d'autre chose que d'ostéologie. (A. B.)

auxquelles on est amené varient, suivant le point de vue où on se place. C'est ainsi qu'on peut, tour à tour, étudier la géographie médicale au point de vue de l'*hygiène* et de *la médecine,* ou de la *zoologie* et de l'*anthropologie descriptives,* ou bien enfin de l'*anthropologie,* de la *zoologie,* de la *biologie générales et philosophiques.* Chacune de ces *trois divisions* correspond à une année de ce cours.

I.

La première qui correspond à l'*hygiène* et à la *médecine* correspond à la première année de ce cours ; nous avons alors étudié l'action des *milieux extérieurs* sur les individus.

Nous avons considéré successivement les effets de *la chaleur,* de l'*électricité,* de *la vapeur d'eau,* des *poussières atmosphériques,* de *l'altitude.* Nous avons à ce propos longuement parlé des phénomènes d'anoxhémie qui sont liés à la diminution de *tension* de l'oxygène atmosphérique par suite de la moindre pression qu'il subit sur les hauteurs ; nous avons longuement parlé des observations d'un savant que je me plais à citer au début de ce cours, M. le docteur *Jourdanet,* et de celles d'un expérimentateur dont je suis doublement heureux de pouvoir ici prononcer aujourd'hui le nom, *M. Paul Bert.*

Nous avons ensuite étudié le *milieu tellurique.* Ce qui nous a permis de dresser des cartes correspondant à la *géographie du goître,* du *crétinisme,* etc.

Les aliments sont en quelque sorte un *milieu,* milieu d'abord extérieur pour les êtres qui les absorbent ensuite ; nous avons donc dû étudier, dans le temps et dans l'espace, au point de vue chronologique et géographique, les épidémies de famine, l'*ergotisme,* la *pellagre,* l'*acrodynie,* le *béribéri, le scorbut.* Quelques usages alimentaires : *alcool, éther, opium, mastic, coca,* nous ont ensuite occupés.

Mais on n'est que fort incomplètement renseigné sur ce qui constitue le *milieu* où vit l'homme, si on se borne à étudier simplement le *théâtre* où se passe sa vie, il faut étudier aussi les autres acteurs ; et ces autres acteurs n'ont pas toujours une importance proportionnelle à leur volume, bien au contraire.

Suivant les points de la planète où il habite, l'homme rencontre de ces êtres microscopiques différents, dont la *situation géographique* équivaut à la distribution géographique des maladies qui sont causées par eux, *le charbon, la peste, la fièvre jaune, la fièvre intermittente, la variole, la rougeole, la scarlatine, le typhus, la suette, la tuberculose, la lèpre* par une transition insensible, de petit au gros ; les êtres plus franchement parasitaires qui donnent lieu à l'*éléphantiasis,* à l'*hématurie,* à la *filariose,* au *bouton de biskra, verruga, pied de madura, trichine, ankylostome duodénal, diarrhée de Cochinchine, tænia.*

Par-dessus toutes les causes de maladies qui lui viennent de ses voisins animés, au milieu desquels il vit, figure l'*homme* lui-même : *le milieu social.* Les maladies du riche ne sont pas celles du pauvre. Les maladies des villes ne sont pas celles des campagnes. Ces maladies ne sont pas les mêmes à toutes les époques de *civilisation.* Le mysticisme, la religiosité, le fanatisme du moyen âge, correspondent aux périodes théocratiques. L'homme, en outre, souvent dans un *but religieux,* se crée à lui-même des maladies nouvelles par la pratique des déformations ethniques, par le tatouage.

Tout cela a été l'objet de notre cours de la première année. Je me suis efforcé de démontrer :

1° Que tous les êtres subissent les lois du milieu d'une manière implacable ;

2° Que l'homme n'échappe pas à cette loi ;

3° Que lui-même présente certaines maladies non spéciales, mais plus développées que chez les animaux, les maladies cérébrales, par suite de son état cérébral et social plus développé.

II.

Mais ces documents, à coup sûr intéressants pour l'hygiéniste, pour le médecin qui peut être appelé à voyager, ne suffisent pas à renseigner la zoologie et l'anthropologie descriptives.

Il faut, en outre, tenir compte du *milieu intérieur.*

Les parties constituantes de chaque être vivant sont baignées dans un liquide plus ou moins dense, plus ou moins alcalin, acide ou neutre, plus ou moins sec ou hydraté ; d'où il résulte que les *phénomènes vitaux* s'opèrent dans un *milieu* chimiquement et physiquement différent.

Ce sont ces phénomènes physiques et chimiques qui différencient les individus par âge, par sexe, par tempérament, par race, par espèce. Leur ensemble constitue le *milieu intérieur* de l'individu et ces différences physiques et chimiques sont aussi tranchées entre les espèces, les races, les tempéraments, les sexes, les individus, les âges de l'individu que le sont les formes extérieures elles-mêmes.

Les milieux extérieurs ne produisent pas les mêmes effets sur ces milieux intérieurs différents.

C'est ainsi que nous avons constaté des aptitudes et des immunités morbides suivant les races, les tempéraments, les sexes, les individus, les âges ; et que certaines maladies sont plus particulièrement propres à l'enfance : le croup, la coqueluche, les oreillons.

Certains individus ont des aptitudes spéciales ou des immunités spéciales. Il y a des individus sur qui le vaccin ne prend jamais ; d'autres qui n'ont jamais la syphilis. Il y a des maladies qui sont plus spéciales à tel ou tel sexe.

Vous me direz que les maladies de la matrice sont spéciales à la femme, pour une raison anatomique évidente ; mais les raisons des autres aptitudes ou des autres immunités sont tout aussi anatomiques, car les caractères sexuels sont de tout ordre et la moindre cellule de notre corps a des caractères sexuels.

Le tempérament scrofuleux est plus sujet à contracter certaines maladies parasitaires, comme la teigne, le favus.

Les races ont toujours, pour des raisons anatomiques, leurs aptitudes et leurs immunités. Ainsi les moutons algériens sont réfractaires au sang de rate ; le nègre ne prend

pas la fièvre jaune. Il a la spécialité de la maladie du sommeil. Il n'a pas le cancer.

Les découvertes de Pasteur ont jeté sur toutes ces immunités et ces aptitudes un jour absolument nouveau. Depuis que les cultures artificielles ont montré que les maladies infectieuses étaient en quelque sorte parasitaires, on comprend comment le parasite exige un milieu d'une certaine densité, d'une certaine température, d'une certaine composition chimique particulière.

Nous avons alors compris comment chaque âge, chaque sexe, chaque tempérament, chaque race était un milieu de culture plus ou moins agréable au parasite.

Il y a là, en somme, de la part des microbes un véritable choix, analogue à celui de tel gros parasite qui se plait sur un terrain plus que sur l'autre. Darwin a constaté que les poux des matelots anglais ne vivaient pas sur la tête des Australiens, et réciproquement.

Il est donc permis maintenant de ne pas repousser *à priori* cette vieille opinion qui consiste à penser qu'absorber chaque jour une dose de belladone empêche de prendre la scarlatine. En présence de tant de faits, qui affirment l'efficacité de ce moyen préventif, on comprendrait que le sang ainsi chargé de scarlatine fût devenu un milieu défavorable à la culture du microbe de la scarlatine. Ce serait même un moyen d'acquérir l'immunité sans vaccin, que de trouver pour chaque maladie infectieuse le médicament capable, non de tuer le microbe, mais de lui déplaire assez pour l'empêcher de proliférer dans le sang.

Non seulement les maladies ne sont pas les mêmes; mais, les plus communes sont souvent modifiées dans leur forme par l'âge, le sexe, la race et l'espèce, et toujours pour des raisons anatomiques de *milieu intérieur*. Le nègre prend la pneumonie, mais elle est chez lui autre que chez le blanc : peu de réaction, forme adynamique. La syphilis est chez lui tellement dénaturée, qu'elle a reçu d'autres noms : tel est le *pian*, que nous avons longuement étudié ensemble.

Dans la race jaune, au contraire, la syphilis est peu grave. Cette race jaune présente peu de tendance au choléra, une grande aptitude aux maladies nerveuses; une très grande aptitude de la scrofule ; une tendance marquée à l'obésité.

La race blanche présente une grande tendance aux affections typhiques; la sous-race anglo-saxonne, en particulier, paraît avoir une aptitude marquée pour la suette et pour la scarlatine.

Chaque race possède, en somme, des caractères pathologiques aussi nets que ses caractères anatomiques. Il y a mieux : dans les races mixtes, par l'anatomie et l'ethnologie, on trouve egalement des caractères pathologiques mixtes. Ainsi, le Japonais, race très mélangée de jaune et de noir, possède, au point de vue du choléra, une aptitude qui rappelle la race noire et s'éloigne de la race jaune. De même le Malais présente de nombreux caractères pathologiques des races nègres. Les Polynésiens possèdent pour la pthisie une aptitude qui rappelle leur origine noire.

C'est ainsi que le mulet présente des caractères pathologiques empruntés au cheval et à l'âne.

En changeant d'espèces nous voyons la variole prendre une livrée différente qui a longtemps fait méconnaître l'identité de la variole de l'homme, du pigeon, la clavelée du mouton, les eaux aux jambes du cheval, la maladie du chien.

J'en dirai autant de la syphilis du cheval, ou dourine, comparée à celle de l'homme, du singe et du chat.

Dans ces deux premières années nous avons surtout considéré les *individus*. Nous nous proposions surtout pour but la recherche et la collection de *faits individuels* aussi nombreux que possible. Nous nous proposions surtout de compléter par la pathologie nos connaissances en zoologie descriptive et en anthropologie descriptive, connaissances à l'*état statique*, pour ainsi dire.

III.

Cette année, je me propose de donner à ces faits un caractère *dynamique*, un sens de *combat*, dirais-je volontiers, si cette expression n'avait reçu ailleurs une triste célébrité. Nous leur donnerons un caractère *militant*. Je me propose, en effet, d'appliquer ces faits à l'*anthropologie générale* et en particulier à la défense et à la démonstration de l'évolution et du transformisme.

Nous ne quitterons pas dans ce cours de *géographie médicale* ce qui tient à la médecine et à la pathologie, mais m'écarterais-je un peu dans le domaine de la biologie, qui n'est séparée de la pathologie que par des limites arbitraires, que vous ne m'en voudriez pas cette année.

Par suite d'une modification, qui ne vous a pas échappé, dans le libellé de l'affiche des cours de l'École d'anthropologie, modification dans le titre des cours de mes deux distingués collègues et amis, M. Mathias-Duval et M. Topinard; M. Mathias-Duval a changé le titre de son cours, qui était primitivement d'*Anthropologie anatomique* en *Anthropologie zoologique*. Il vous indique, par cette substitution, les tendances générales de son cours, dans lequel il vous expose la communauté zoologique de l'homme et des autres animaux démontrée par l'anatomie et l'embryogénie.

M. Topinard a modifié le titre de son cours : *Anthropologie biologique* en *Anthropologie anatomique*, vous indiquant qu'il insistera sur les différences anatomiques qui séparent, les unes des autres, les différentes races humaines.

La biologie nous prêtera donc son appui indispensable. Après vous avoir, dans les deux précédentes années, montré les points communs dans le domaine de la biologie pathologique entre l'homme et les animaux et entre les différentes races humaines, nous ferons, cette année, de la synthèse.

IV.

Un premier fait s'impose à notre attention, comme résultat de nos études; c'est la *transformation des individus*.

Les exemples de cette transformation abondent aussi bien dans le règne animal que dans le règne végétal, qui présente une grande tendance à la variation. — C'est sur autant de spécimens de *variation* fixable par hérédité que les botanistes ont, à tort, multiplié les *variétés*.

Le genévrier de la plaine se transforme, par des nuances insensibles, en genévrier nain de la montagne.

Le pin sylvestre se transforme insensiblement en pin de montagne.

M. Gaston Bonnier a profité récemment d'un voyage qu'il a fait en Autriche et en Hongrie, pour constater les modifications que présente une *même espèce,* lorsqu'on se déplace en altitude. A mesure qu'on s'élève, on voit apparaître plus fréquemment la coloration rose, chez les fleurs ordinairement blanches et peu colorées; et il a constaté au microscope que cela tient à l'augmentation du nombre des grains du pigment.

De même, la coloration normalement rosée des fleurs de l'hortensia a passé au *bleu bleuâtre* dans certains terrains.

Mon illustre et regretté maître Gubler avait depuis longtemps fait la remarque qu'au bord de la mer, sous l'influence du vent et pour résister à l'évaporation, les feuilles des *variétés dites maritimes* sont devenues charnues et succulentes, ou se sont couvertes de poils, qui arrivent au même but, par une voie différente.

Beaucoup de variétés maritimes sont également affectées de nanisme et Gubler n'avait pas laissé échapper ce fait sans l'éclairer de son esprit éminemment philosophique et généralisateur.

Tout le monde sait que notre mouton transporté sous les tropiques perd sa laine, qui est remplacée par un poil droit et raide.

Certains crustacés présentent des variations encore bien plus curieuses, sous l'influence du plus ou moins de salure de l'eau. M. Schmantrevitch, dans les lagunes salées des environs d'Odessa, lagunes qui présentent, par endroits, de grandes différences dans la salure et, par conséquent, dans la densité de l'eau, a trouvé des *variétés* très diverses d'un même *Daphnis*.

L'adaptation à un milieu obscur a donné lieu à des phénomènes très curieux également. M. Grimm a observé que certains crustacés, les *amphipodes,* du fond presque obscur de la mer Caspienne parent à cette difficulté par deux voies différentes : 1° les uns prennent des yeux énormes, c'est le cas du *Gammaracanthus Caspius;* 2° chez d'autres, l'œil s'atrophie, il tend à disparaître et les organes du tact prennent par compensation un développement considérable, comme le toucher chez les aveugles; c'est le cas du *Niphargius Caspius*.

Dans le même ordre d'idées, M. *Delarouzée* a découvert, dans certaines cavernes obscures du département de l'Ariège, un petit *coléoptère aveugle* qu'il nomme *Anophtalmus gallicus.* D'autres anophtalms ont été découverts depuis dans la même grotte.

Un poisson, le *callichtes,* étudié par M. Jobert (de Dijon), habite les eaux du rio au Brésil. Cet animal, comme tous les poissons, respire dans l'eau par des branchies; mais son tube intestinal est garni d'appendices filiformes, en forme de houppes vasculaires, qui jouent le rôle du poumon, lorsque le rio étant à sec, ce poisson n'a plus d'autre ressource pour respirer dans l'air qu'il avale. Il s'acclimate ainsi par cette sorte d'*hyperhémie intestinale*.

Les animaux à métamorphose nous donnent, en quelque sorte, d'une manière *schématique,* la réduction de ce que sont les accommodations au milieu; la chenille étant faite pour les feuilles où elle doit manger; la chrysalide pour le cocon où elle s'endort; le papillon pour l'air où de fleur en fleur il doit aller s'accoupler.

Cette accommodation est si intime, que si le milieu s'immobilise, la forme, la période de métamorphose s'immobilise également. Ainsi les protées, les salamandres subissent, vous le savez, des métamorphoses. D'abord têtards, ils respirent dans l'eau au moyen de branchies et perdent leur queue. Plus tard, adultes, ils respirent dans l'air avec un poumon et perdent leur queue; eh bien, un certain protée des grottes obscures, qui ne peut quitter l'eau, ne quitte jamais *l'état de têtard* et, sous le nom de *protée anguiforme,* il a été longtemps décrit comme une espèce à part. De même *la salamandre âtra* est vivipare; elle met au monde des petits tout pulmonés, tout transformés; ils ont été têtards dans le ventre de leur mère. Or M[lle] Chauvin, en forçant l'accouchement à s'effectuer dans l'eau, est arrivée à les maintenir à l'état de têtard, avec leurs branchies embryonnaires, pendant seize semaines. Elle a fait mieux : vous savez que les axolotles à branchies respirent dans l'eau, se transforment en Amblystomes pulmonés respirant dans l'air; elle remit dans l'eau un amblystome déjà transformé par et pour l'air; ses branchies se développèrent de nouveau, la frange caudale se reforma; il redevint axolotle. Ce n'est pas tout, placé dans l'eau bouillie, c'est-à-dire privée d'air, il redevint amblystome !!

Quelque intéressants que soient ces faits, ils sont rares, ils sont exceptionnels, ils ne sont pas, pour ainsi dire, d'un maniement expérimental facile.

Les cultures artificielles, que fait M. Pasteur, des microbes des maladies dont il cherche le vaccin, vont nous fournir un terrain bien autrement commode.

En effet, on peut ici modifier le milieu à son gré. En outre, la multiplication de ces êtres se faisant avec une grande rapidité, on obtient en quelques jours, en quelques semaines, autant de générations et même plus que des animaux plus élevés n'en fourniraient en plusieurs siècles.

M. Pasteur, cherchant un moyen de cultiver le microbe du choléra des poules, d'une manière atténuée, s'aperçut que plus ses cultures étaient exposées à l'oxygène, moins le microbe était virulent. Il tue de moins en moins de poules à mesure qu'il subit davantage l'action de l'oxygène; et il y a mieux, à mesure qu'il perd de sa virulence, il change de forme. Deux phénomènes assurément liés l'un à l'autre et qui nous donnent un exemple de l'action du milieu sur l'individu, sur le microbe.

De son côté, en Amérique, James Law est arrivé au même résultat pour le microbe de la peste du porc (*Swine Plague*). L'oxygène le détruit, après avoir altéré progressivement sa virulence.

Jusque-là, rien de très étonnant, mais si l'on prend pour

chacune de ces cultures d'intensité décroissante un microbe de virulence amoindrie et qu'on le sème dans un liquide encore vierge, ce microbe se reproduit et reproduit des microbes d'une intensité virulente égale à la sienne, et amoindrie au même degré que la sienne. On crée donc ainsi de toutes pièces, non seulement des variétés individuelles, mais ces variétés sont fixées par l'hérédité et voilà une espèce fixée en quelques heures ; c'est-à-dire, ici, en quelques centaines de générations ! Voilà une espèce nouvelle qui vient d'être créée par le milieu !

Peut-on la régénérer par le milieu aussi facilement ?

M. Pasteur prend ce microbe, qui représente, par hérédité, le dernier degré de la virulence, le degré le plus amoindri, microbe qui ne tue plus une poule ; il l'inocule à un petit oiseau, du plus petit calibre ; ce petit oiseau, moins volumineux que la poule, va être malade ; mais le sang de cet oiseau est un milieu favorable pour le microbe, qui s'y est, pour ainsi dire, reconstitué ; le sang de cet oiseau va donc donner à son tour des microbes, qui, eux, tueront un oiseau plus gros. Le sang de celui-ci, ensemencé, donnera des microbes qui tueront un oiseau plus gros encore ; et voilà une espèce de microbes de plus en plus virulents qui va être de nouveau créée et fixée, puisque chacun de ces microbes, de plus en plus virulent, semé dans un bouillon de culture artificielle, reproduira des microbes exactement au même degré de virulence où il est lui-même remonté.

Il se fait, en réalité, un véritable acclimatement du microbe à son nouveau milieu, une véritable *évolution,* qui donne naissance à des microbes de plus en plus parfaits. Je veux dire de plus en plus virulents.

De même les expériences de Chauveau et de Toussaint avec inoculation de la tuberculose montrent que les cinquièmes séries de culture dans le sang de l'animal sont plus abondantes en microbes et plus rapides en leurs effets que les premières ; les dixièmes plus que les cinquièmes.

Dans ce dernier cas, comme dans les expériences de M. Pasteur, nous sommes en présence d'une évolution progressive d'une espèce microbe, sous l'influence d'un milieu de plus en plus approprié.

Nous venons de voir tout à l'heure qu'on pouvait, sous l'action du milieu, voir décroître la virulence ; cette virulence peut même disparaître et, parallèlement, la forme du parasite peut être absolument changée par le milieu : témoin les expériences de Greenfield et de Büchner. Une infusion fermentée de foin ne tarde pas, dans les conditions ordinaires, à se remplir de nombreux spécimens d'un petit champignon parfaitement inoffensif (le *baccilus subtilis*). D'un autre côté, nous savons qu'on trouve dans le sang des animaux atteints du charbon un végétal, la bactéridie de Davaine, ou *bacillus anthracis,* qui, inoculé, donne le charbon. Ces deux végétaux similaires par la forme, autant que nous en pouvons juger, diffèrent d'une manière énorme par leurs effets. Or Greenfield, cultivant le *baccillus anthracis* (bactéridie charbonneuse) dans l'humeur aqueuse, l'a destitué en six générations de toute virulence et en fit un inoffensif *baccillus subtilis* du foin. Büchner prit, à son tour, le *baccillus subtilis* inoffensif du foin, et, au lieu de le cultiver au contact de l'air, dans une infusion de foin, le cultiva presqu'à l'abri de l'air, dans l'extrait de viande. Il obtint le *baccillus anthracis,* qui tua des souris et des lapins et reproduisit dans leur sang la bactéridie charbonneuse, avec toute sa virulence.

Mais ce n'est pas tout encore. Ce n'est pas seulement la virulence, et par conséquent l'état anatomique moléculaire qui la constitue, qu'on peut modifier par le milieu : c'est l'évolution tout entière, c'est le mode de reproduction d'un être vivant. Le microbe du choléra des poules, comme la levure, ne se reproduit pas par spores, mais par segmentation, par bouture. Le microbe du charbon au contraire se reproduit par spores, par graines.

Or, comme toutes les graines, ces graines ne sont pas altérées par l'oxygène. M. Pasteur ne pouvait donc arriver à détruire la virulence de ces spores par l'oxygène, comme il l'avait fait pour les boutures du choléra des poules, s'il ne détruisait pas d'abord le mode de reproduction par spores, s'il ne créait une espèce nouvelle de bactéridie à reproduction analogue à celle du microbe du choléra des poules.

C'est ce qu'il fit.

A la température de + 16° et à celle de + 45°, le microbe devient monstrueux pyriforme, ce qui nous donne encore un exemple de production tératologique sous l'influence du milieu, il cesse d'émettre des spores et se reproduit, comme le microbe du choléra des poules, par segmentation. Si on le sème alors, il donne naissance à une espèce qui affectera le même mode de reproduction et sera, comme le microbe du choléra des poules, sensible à l'action de l'oxygène.

Oublions, pour un moment, les conséquences pratiques de cette découverte et n'en retenons que ce fait : on joue littéralement avec les espèces, quand on opère sur ces êtres inférieurs. L'expérimentateur les crée, les transforme et en dispose à son gré.

Sans doute il serait beaucoup plus démonstratif de modifier à sa volonté les espèces et les races supérieures ; mais n'oubliez pas, messieurs, quel a dû être le rôle de ces êtres dans l'histoire biologique de notre planète. Ce sont les êtres primordiaux ; ils sont les êtres par lesquels la vie a débuté. Vous voyez combien l'espèce était et est encore instable. Voyez combien le milieu agit sur eux puissamment ; or de grands changements se sont faits dans l'atmosphère aux diverses époques géologiques et il est vraisemblable que c'est grâce à cette souplesse de ces êtres que s'est opérée la première étape sur la route de l'évolution organique.

Je pense que vous saisissez le lien qui unit ces observations au grand phénomène de l'acclimatation des espèces et des races en général, et des races humaines en particulier. S'acclimater, c'est subir, sous l'influence du milieu, un certain nombre de modifications qui, dans un milieu donné, sont utiles, et les transmettre, par hérédité, à ses enfants pour qui on a fait ainsi les premiers pas dans la voie de l'acclimatement. Ces modifications, si la race n'avait pas changé de milieu, seraient un désavantage. Dans le milieu nouveau elles sont un avantage.

Perdre sa laine, pour un mouton, c'est, sous les tropiques, un avantage; dans notre pays, ce serait pathologique. Prendre une feuille charnue, velue, pour un végétal dans un lieu humide, frais, abrité serait désavantageux, pathologique; au bord de la mer, c'est un avantage.

Prendre un certain degré d'anémie, un fonctionnement spécial du foie, une coloration particulière de la peau, en France, serait une maladie; aux Antilles, ce sera un premier pas vers l'acclimatement.

Les êtres sont donc, à chaque instant, sollicités, dans cette sorte d'équilibre instable où ils se trouvent, par cette grande loi de l'accommodation au milieu, qui rend les espèces et les races flottantes au gré des vents, pour ainsi dire. Cette force-là représente le progrès, la movibilité, le changement, le nouveau, l'avenir.

Mais il est une autre force, sorte de sénat conservateur, qui s'oppose au progrès (permettez-moi cette comparaison), qui demande l'inamovibilité, le respect de la tradition, qui craint le nouveau et rappelle le passé toujours fuyant; c'est l'atavisme. Ce cours sera consacré à l'histoire de cette lutte qui n'est pas près de finir, entre le passé et l'avenir, la réaction et le progrès.

A. Bordier.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

MM. Bourneville et Regnard (1) continuent la série de leur belle publication sur l'hystérie et sur l'hystéro-épilepsie. Dans le cahier qui vient de paraître, ils s'occupent spécialement de l'hypnotisme, cette question si intéressante, si obscure, et qui passionne à présent autant les savants que les gens du monde. Le magnétisme animal, qui, depuis les orgies de Mesmer, avait traîné dans les redites et les inepties, est enfin entré, grâce aux auteurs contemporains, dans une voie véritablement scientifique. On peut espérer maintenant que les progrès acquis sont acquis définitivement, et, qu'après un pas fait en avant, on ne sera pas forcé de faire un pas en arrière. Les progrès de la technique ne seront pas restés étrangers à ce résultat. En effet, grâce à la photographie, les phénomènes fugaces et mobiles, comme ceux de l'hystérie, de l'épilepsie, etc., demeurent, fixés d'une manière indélébile, témoins irrécusables de la réalité des phénomènes. Il nous sera permis, à ce propos, de dissiper une confusion qui règne souvent entre les deux mots somnambulisme et hypnotisme. Les malades sur lesquels M. Charcot et ses élèves ont expérimenté ne sont pas, à vrai dire, des somnambules. Il faut faire une très grande différence entre l'état somnambulique et l'état hypnotique. L'état hypnotique est maintenant très nettement caractérisé comme forme nosographique : les phénomènes qu'on observe sont constants, réguliers, et se présentent toujours avec les mêmes caractères, quel que soit l'observateur. Quant à la question de la simulation, on ne peut plus l'agiter, et il serait aussi absurde de mettre en doute la réalité de l'attaque hypnotique, que celle de l'attaque d'épilepsie. Voilà, parmi tant de faits nouveaux relatifs à l'hypnose et au somnambulisme, acquis depuis les six dernières années, un des principaux progrès qui a été réalisé.

M. Ribot (1) donne une nouvelle édition de son livre sur l'hérédité. Cette nouvelle édition est, comme l'indique l'auteur, un ouvrage nouveau refait en totalité. Il n'est pas de question plus intéressante. Il n'en est pas non plus de complexe; car, pour la bien étudier, il faudrait connaître nombre de sciences très difficiles, et on ne saurait décider si elle est du domaine de la psychologie, de la physiologie, de l'histoire ou de la zoologie. A vrai dire, elle touche toutes ces sciences et en fait partie intégrante. L'hérédité, c'est la loi de la vie, aussi bien dans le domaine politique que dans le domaine moral ou le domaine animal. La conception la plus profonde de Darwin a été précisément d'établir que, grâce à l'hérédité, les espèces ne sont pas immuables. Ainsi les causes qui tendraient à assurer la perpétuité des espèces tendent, au contraire, à assurer leurs transformations. Au point de vue psychologique, sur lequel M. Ribot a surtout porté son attention, les faits de transmission héréditaire sont éclatants. L'hérédité de la folie et des maladies nerveuses est un des faits les plus certains de la pathologie mentale. Quant à l'hérédité du talent ou du génie, les données sont contradictoires; ou plutôt on arrive à cette conclusion que les hommes de génie ou de talent ont, en général, une postérité peu nombreuse. Les familles issues d'un grand homme s'éteignent, comme si le génie intellectuel était acheté au prix de la débilité physique de la race. Mais pour entrer dans le détail de toutes les questions que soulève M. Ribot, et pour lesquelles il apporte, faisant œuvre de savant, des documents plutôt que des solutions, il faudrait un long article que nous ne pouvons même ébaucher ici. Contentons-nous de signaler ce livre clair, précis, où les vues ingénieuses se mêlent aux données scientifiques.

M. Nicolas (2) a entrepris de traiter l'influence de l'altitude à divers points de vue et spécialement de l'hygiène. On ne peut que le louer d'avoir choisi ce sujet, un peu abandonné maintenant par les physiologistes, alors qu'autrefois il était traité par eux avec prédilection.

C'est un excellent livre fort instructif ; mais l'auteur nous permettra sans doute de critiquer quelques assertions émises au début de son livre. Dans cette introduction, M. Nicolas

(1) *Iconographie photographique de la Salpêtrière :* hystéro-épilepsie, description des attaques, du sommeil chez les hystériques, des points ou zones hystérogènes, des attaques du sommeil, etc. Bureau du *Progrès médical*. Paris, 1882.

(1) *L'hérédité psychologique*, 1 vol. in-8° de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*, 2e édit., Paris, Germer Baillière, 1882. — Prix, 3 fr. 50.

(2) *L'attitude de l'homme au point de vue de l'équilibre, du travail et de l'expression*. 1 vol. in-8° de 258 pages, Paris, Masson, 1882.

discute une question fort curieuse, c'est celle de l'attitude naturelle de l'homme; et, à ce propos, il accuse Darwin *de faire la chasse aux papillons,* ce qui sera sans doute permis à un naturaliste. L'ancêtre de l'homme avait-il une attitude quadrupède, ou bien se tenait-il droit, regardant le ciel ? M. Nicolas pense que l'homme, ou ses ancêtres, ont toujours regardé le ciel face à face ; et que nul être humain, ou prédécesseur des humains n'a marché à quatre pattes, les yeux tournés vers la terre. Cependant les preuves anatomiques que M. Nicolas invoque à cet effet ne lui paraissent pas bien probantes, car il reconnaît lui-même « que la caractéristique humaine a échappé jusqu'à ce jour aux investigations » (p. 6). Il semble supposer que la véritable caractéristique humaine, c'est l'invention, d'une part, et, d'autre part, la parole. Nous voilà bien loin des attitudes.

Nous pourrions aussi critiquer certaines affirmations hasardeuses ; comme, par exemple, celle-ci : « que la nature ne semble avoir eu d'autre but, en variant les formes de la queue, que celui de diversifier les espèces ». En réalité, les formes différentes d'un organe accessoire tiennent à des causes que nous ne connaissons pas encore, et que Darwin a très bien appelées la subordination des caractères. Ce n'est pas à dire que le mot suffise à expliquer la chose quand la chose reste tout à fait inconnue. Mais c'est déjà beaucoup que d'avoir montré et prouvé qu'un organe se développe ou s'atrophie concurremment avec le développement ou l'atrophie de tels autres organes. M. Nicolas raille avec raison les hypothèses, ou plutôt les assertions hypothétiques, de certains naturalistes qui décrivent avec une exactitude minutieuse l'ancêtre de l'homme ; absolument comme s'ils l'avaient vu. Et cependant, comme tout savant de bonne foi en conviendra sans peine, nul ne sait quel est cet ancêtre de l'homme. Ce que nous pouvons affirmer, c'est que l'homme n'a pas été façonné avec de l'argile, et qu'aucune de ses côtes n'a servi à la formation de la femme.

L'ouvrage de MM. Mascart et Joubert (1) est certainement le traité le plus complet, au point de vue théorique, qui ait été publié aujourd'hui sur le magnétisme et l'électricité, et tous les électriciens que ne rebute pas l'analyse mathématique le liront avec fruit.

Les auteurs ont cherché à mettre en relief les vues profondes introduites dans la science par Faraday et si heureusement développées par Clerk Maxwell, sur la considération des lignes de force et sur le rôle d'un milieu intermédiaire dans les actions électriques et magnétiques. Cette conception jette un grand jour sur les relations qui existent entre les divers ordres de phénomènes et a donné naissance à une théorie de la lumière tout à fait imprévue.

Pour donner aux lecteurs une idée de ce que renferme le volume, nous nous contenterons d'énumérer ici les différents titres des chapitres successifs : *Électricité statique :* Préliminaires. — Du potentiel. — Théorèmes généraux. — Équilibre électrique. — Travail des forces électriques. — Des diélectriques. — Cas particuliers d'équilibre. — Sources d'électricité. — *Courants électriques ;* Propagation de l'électricité dans l'état permanent. — Régime variable. — Énergie des courants. — Courants thermo-électriques. — *Magnétisme ;* Préliminaires. — Constitution des aimants. — Cas particuliers. — Induction magnétique. — Des aimants. — État magnétique du globe. — *Électro-magnétisme ;* Courants et feuillets magnétiques. — Actions élémentaires. — Cas particuliers. — Induction. — Cas particuliers d'induction. — Propriétés du champ électro-magnétique. — Phénomènes d'induction dans les conducteurs non linéaires. — Phénomènes optiques. — Unités électriques. — Théories générales. — Complément.

(1) *Leçons sur l'électricité et le magnétisme,* par E. Mascart et J. Joubert. — 1 vol., Paris, Masson, édit. — Prix : 20 fr.

La bibliothèque de la nature s'est enrichie au début de cette année d'un nouveau volume dont nous n'avons pas encore eu l'occasion de parler. Il s'agit des *Voies ferrées* de notre collaborateur M. L. Baclé.

M. Baclé, que sa compétence en matière de chemins de fer a amené tout naturellement à écrire cet ouvrage, a visé surtout le public intelligent qui, sans vouloir s'astreindre à la lecture des traités spéciaux, veut s'instruire facilement et se tenir au courant des progrès incessants de l'art du génie civil. Aussi les figures accompagnent-elles toujours les descriptions pour mieux se fixer dans la mémoire.

Il convient de signaler, puisque nous parlons de la librairie G. Masson, la nouvelle édition que M. Hospitalier a faite de ses *Applications de l'électricité,* à la suite de la grande exposition du palais de l'Industrie.

La librairie Hachette a récemment terminé la publication par fascicules du deuxième volume du *Monde physique* de M. A. Guillemin.

Le savant auteur commence en ce moment le troisième volume qui comprendra le magnétisme et l'électricité. Nous n'hésitons pas à lui prédire le même succès que celui qu'il a si justement obtenu jusqu'à présent.

La librairie Gauthier-Villars continue la publication du *Traité complet de physique* de MM. Jamin et Bouty. Le troisième fascicule du tome III qui a paru récemment traite de l'étude des radiations et de l'optique physique.

La lumière électrique, son histoire, sa production et son emploi, par Ém. Alglave et J. Boulard, forme un grand in-octavo, imprimé avec luxe, orné de figures et publié par Firmin-Didot. Les auteurs ont réparti en six livres la masse énorme de matières qu'ils avaient à traiter. Le premier, relativement très court, rappelle les principales phases de l'éclairage, depuis l'emploi de l'huile chez les anciens jusqu'aux origines de la lumière électrique. Le deuxième livre traite de la lumière voltaïque, c'est-à-dire des lampes à arc libre voltaïque, de la manière dont on produit l'arc, de la fabrication des charbons, du mécanisme des divers et nombreux régu-

lateurs destinés à régulariser la lumière et à permettre la division du courant. Le livre troisième est consacré aux lampes à incandescence; c'est peut-être la partie du livre de MM. Alglave et Boulard qui intéressera le plus le lecteur, parce qu'il contient l'historique et la description de ces appareils totalement inconnus en France avant l'exposition d'électricité, les lampes d'Edison, de Swan, de Lane Foxe, de Maxim. Enfin le sixième livre donne des détails sur les principales applications déjà faites de l'électricité : applications aux phares, à la guerre et à la navigation, aux éclairages militaires et maritimes de 1855 à 1877. Enfin, le dernier chapitre de ce livre contient de nombreux renseignements sur les applications de l'éclairage électrique dans l'industrie, sur son installation dans des chantiers, des gares, des chemins de fer, etc. Les auteurs ont eu soin de réunir les chiffres qui peuvent intéresser les industriels et en leur fournissant le devis des dépenses d'installation et d'entretion de la lumière électrique. La lumière électrique de MM. Alglave et Boulard constitue donc non seulement un ouvrage de texte, mais un livre qui sera consulté avec fruit par toutes les personnes qui s'intéressent à l'éclairage par l'électricité.

La Société de médecine pratique a nommé une commission spéciale pour rédiger un guide hygiénique et médical des voyageurs dans l'Afrique intertropicale (1).

Cette entreprise était évidemment très nécessaire. On sait, en effet, que c'est la maladie qui est la principale cause de l'insuccès des explorations africaines. Ces maladies peuvent être évitées par des précautions hygiéniques bien entendues.

Les indications sommaires données par les rapporteurs de la commission seront évidemment très utiles, et si elles étaient rigoureusement observées, nous n'aurions certainement pas un martyrologe africain si bien rempli.

Nous ne pouvons résumer ici ce résumé. Disons seulement qu'il faut avant tout faire une ample provision de sulfate de quinine et employer le sulfate de quinine comme moyen prophylactique. Il faut éviter de coucher directement sur le sol; protéger le ventre par une ceinture de laine; se vêtir de laine; stationner sur des hauteurs ou à mi-côte, et jamais dans les vallées; boire peu, et ne boire que de l'eau bouillie; éviter surtout l'alcool, dont les Africains font usage avec excès; consommer peu de viande, et ne pas faire de marche pendant la journée.

Évidemment on ne peut espérer être ainsi soustrait à toutes les maladies; mais au moins on en évite un bon nombre; et l'explorateur peut ainsi poursuivre la tâche glorieuse qu'il a entreprise.

Notons aussi deux publications importantes sur les études préhistoriques (2).

M. John Evans, président de la Société de numismatique de Londres, a réuni en un ouvrage très complet les résultats de toutes les recherches faites par lui et par d'autres sur l'archéologie du Royaume-Uni. On sait que le même auteur avait précédemment publié un ouvrage analogue sur les âges de pierre. A l'époque dont il est question, la civilisation était déjà très avancée : aussi trouve-t-on des objets en bronze indiquant des usages multiples. D'abord ce sont des instruments de guerre. L'homme, le plus intelligent et le plus doux des animaux, a toujours eu pour premier souci la bataille, et pour première passion la destruction de ses semblables. A ces époques reculées, les objets qui dominent, ce sont les armes. La richesse des haches ou celts est infinie ; il y a des celts plats, des celts à rebords, des celts à ailes, des celts palstaves, avec anneaux ou sans anneaux, des celts à douille, des celts ornés, des celts à saillie d'arrêt, des celts à nervures, des celts à boucle, des palstaves en forme d'herminette, des celts à écusson, des celts à tranchant transversal, etc., etc. La manière d'emmancher les celts est aussi très différente et fournit ample matière aux classifications. Les autres objets préhistoriques dont parle M. Evans sont extrêmement nombreux : ciseaux, gouges, marteaux, enclumes, scies, limes, pinces, poinçons, alênes, faucilles, couteaux, rasoirs, poignards, rapières, hallebardes, épées, pointes de lances, boucliers, casques, trompettes, grelots, épingles, colliers, bracelets, bagues, boucles d'oreilles, agrafes, vases, chaudrons, moules, etc., etc. On voit que c'est toute une nomenclature; aride, quand on se contente d'en faire l'énumération; intéressante, quand on songe que ce sont les seules traces qui nous restent de ces âges qui ont précédé l'histoire. M. Evans n'a décrit que les formes d'objets trouvés en Angleterre; mais il n'est pas douteux qu'en France et en Angleterre, pendant l'âge du bronze, les mêmes mœurs avaient déterminé l'emploi des mêmes instruments. Pendant l'âge du bronze, comme le dit bien M. Evans, il y avait entre les deux pays un rapprochement qui subsiste en ce moment et subsistera à jamais pendant l'âge de l'acier, de la vapeur et de l'électricité.

Le bel ouvrage de MM. Mortillet n'est qu'un atlas accompagné de courtes notes explicatives; mais un atlas unique en son genre, et qui fera certainement époque dans la science préhistorique. MM. de Mortillet, attachés au musée des antiquités nationales de Saint-Germain, ont en effet entrepris la tâche, longue, mais extrêmement utile, de faire dessiner, photographier ou reproduire par la photogravure, les principaux spécimens des objets préhistoriques recueillis dans ce musée, qui est certainement le plus riche de tous. Sur les 1269 numéros reproduits et donnés par les auteurs, 795, soit environ les deux tiers, représentent les pièces originales qui se trouvent dans le musée. Les 474 autres numé-

(1) *Guide hygiénique et médical des voyageurs dans l'Afrique intertropicale*, par MM. Nicolas, Lacaze et Signol. Brochure in-8°, Paris, Martinet, 1881.

(2) *L'âge du bronze*, instruments, armes et ornements de la Grande-Bretagne et d'Irlande, par John Evans, traduit par H. Battier. 1 vol. in-8°, Paris, Germer Baillière, 1882. — Prix, 15 francs.

Musée préhistorique, par MM. Gabriel et Adrien de Mortillet. 1 vol. gr. in-4°, avec photogravures et 100 planches, Paris, Reinwald, 1881. — Prix, 35 francs.

ros comprennent 275 dessins, reproduits d'après des originaux existant dans les autres musées ou d'après des moulages; 199 seulement sont faits d'après des publications antérieures; il y en a donc 1070 qui sont inédits.

Donnons ici la classification adoptée par MM. de Mortillet. Ce qui en fait l'intérêt, c'est la compétence extrême des auteurs et les ressources scientifiques dont ils disposaient pour établir leur classification.

TEMPS.	AGES.	PÉRIODES.	ÉPOQUES.
Actuels.	Du Fer.	Mérovingienne.	Weibenienne. Franque. Burgonde. Germanique.
		Romaine.	Champdolienne. Décadence romaine.
			Lugdunienne. Beau temps romain.
		Étrusque galatienne.	Marnienne. Gauloise. 3e Lacustre.
			Hallstattienne des tumulus. 1re du fer.
	Du Bronze.	Bohémienne.	Larnaudienne. 2e Lacustre en majeure partie.
			Morgienne. 2e Lacustre, partie; des Dolmens, partie.
Géologiques. Quaternaire.	De la Pierre.	Néolithique pierre polie.	Robenhausienne. 1re Lacustre. Des Dolmens, majeure partie. De l'Auroch, partie.
		Paléolithique pierre taillée.	Magdalénienne. Des Cavernes, majeure partie. Du Renne, presque totalité.
			Solutréenne. Partie du Renne et du Mammouth.
			Moustérienne. Du Mammouth, majeure partie.
			Chelléenne. Acheuléenne. Du Grand Ours. De l'Éléphant antique.
Géologiques. Tertiaire.		Éolithique pierre éclatée.	Ottalienne. Tortonienne.
			Thenaisienne. Aquitanienne.

M. DE FONTPERTUIS (1) n'a pas, comme MM. Nachtigal et Serpa Pinto, exploré des régions inconnues. Aussi ne nous donne-t-il pas des récits de voyages, mais seulement le résultat de ses lectures et de ses recherches sur les régions de l'extrême Orient et les immenses populations qu'il renferme. C'est un ouvrage intéressant, facile à lire, où l'on retrouve tout le talent de notre distingué collaborateur. Après tout, pour faire un livre instructif, c'est peut-être une mauvaise condition que d'en parler avec trop de détails. Un résumé laissera quelquefois une impression plus saisissante qu'un recueil hérissé de faits particuliers, dont l'idée générale est lente à se dégager. Ce qui nous intéresse, nous autres Européens, dans l'histoire de la Chine, c'est moins son passé que son avenir. Quelles destinées sont réservées à ce grand peuple, qui est maintenant à l'étroit dans son immense territoire, et qui, de toutes parts, par ses hommes, comme par ses marchandises, tend à repousser et repoussera peut-être les colons européens? Déjà ils envahissent la Californie et l'Australie; de sorte que les États-Unis et les États australiens, malgré leurs mœurs libérales (?), repoussent l'immigration des Chinois dans leurs territoires. Les marchandises chinoises ou japonaises se fabriquent à plus bas prix que les marchandises européennes : les porcelaines, les tissus de soie, le thé constituent une exportation énorme qui fait une rude concurrence aux produits anglais ou français. Les chemins de fer n'existent pas encore. M. de Fontpertuis nous rappelle qu'une voie ferrée d'environ vingt kilomètres a été construite entre Shang-Haï et Woussoung, et que les mandarins l'ont fait détruire. Mais le temps viendra, où l'on en construira d'autres qui ne seront pas saccagées par les mandarins. Alors on pourra utiliser les gisements houillers que quelques géologues croient exister dans le Céleste Empire. Quant au Japon, qui est entré résolument dans la voie des innovations européennes, il possède déjà quelques chemins de fer, et une grande compagnie s'est fondée (Nyphon-Tetsoudo-Kwaischa) qui possède des capitaux suffisants pour commencer la construction d'une grande voie ferrée qui traversera le Japon du nord au sud. Puisque nous sommes au Japon, rappelons que dans ce pays il s'est établi récemment une société à laquelle les Français devraient porter le plus grand intérêt; c'est la société *de la langue française,* qui compte déjà plus de deux cents membres, tant en Europe qu'au Japon. De très intéressantes conférences sont faites par quelques-uns de nos compatriotes, professeurs de français, et par les plus intelligents de leurs élèves. C'est une entreprise patriotique, car le succès de la langue française ne doit être indifférent à aucun de nous. M. de Fontpertuis a aussi consacré quelques pages, trop peu de pages peut-être, au Cambodge. Le Cambodge, quoique extrêmement peuplé, ne tardera pas sans doute à devenir une colonie française et à retrouver son ancienne prospérité. L'annexion du Cambodge, du Tonkin et des autres régions de l'Indo-Chine s'imposera tôt ou tard à la France.

(1) *Chine, Japon, Siam et Cambodge.* 1 vol. in-8° de la *Bibliothèque de vulgarisation,* Paris, Degorce-Cadot, 1882. — Prix, 2 fr. 50.

Nous croyons faire une chose utile en signalant aux lecteurs de la *Revue* le journal astronomique international intitulé : *Astronomische Nachrichten* ou *Nouvelles astronomiques.* Tout en émettant le regret qu'une publication de cet ordre n'existe pas en France, il est très juste de reconnaître que le développement de la science astronomique a trouvé dans le recueil cité un puissant auxiliaire.

A l'époque actuelle et dans l'avenir, pour l'astronomie autant et plus peut-être que pour toute autre branche des connaissances humaines, la science doit revêtir un caractère international. A la remarquable activité qui caractérise notre époque, il est nécessaire de fournir les premiers éléments d'information pour éviter un travail stérile; et la concentration des matériaux et des recherches partout disséminés devient également utile. Le désir du rédacteur actuel, M. Krueger, directeur de l'observatoire de Kiel, est de conserver avec grand soin le caractère international de la publication. Les tables générales de matières et des noms d'auteur témoignent d'ailleurs que les *Nouvelles astronomiques* ont reçu les communications des astronomes de tous les pays, Français, Anglais, Italiens, Russes, Américains, Allemands; c'est comme un dictionnaire général des astronomes; aussi bien la théorie des instruments et les observations, les recherches de théorie pure, les questions les plus variées trouvent leur place dans la table des matières.

On peut encore observer que depuis longtemps déjà les sciences appliquées et les mathématiques pures se développent dans des voies différentes. Nous ne sommes plus aujourd'hui au temps où d'illustres géomètres étudiaient presque exclusivement la mécanique céleste et la physique mathématique. Laplace disait en parlant de la théorie lunaire : « Elle réunit tout ce qui peut donner du prix aux découvertes : la grandeur et l'utilité de l'objet, la fécondité des résultats et le mérite de la difficulté vaincue. C'est ainsi que les théories les plus abstraites, en se répandant par de nombreuses applications, sur la nature et sur les arts, sont devenues d'inépuisables sources de bien et de jouissance pour celui même qui les ignore. » (*Mécanique céleste,* t. III.) Il est vrai que les astronomes n'ont pas cessé de mesurer leurs forces avec la théorie de la Lune; mais aussi les géomètres depuis Jacobi, Abel et Cauchy ont élargi le champ de l'analyse en dehors et comme au-dessus des applications. Or les *Nouvelles astronomiques* n'ont pas seulement pour rôle de communiquer des observations ou des résultats de calculs, une place est également réservée aux recherches théoriques; et les personnes qui s'intéressent aux applications des mathématiques trouveront là les données les plus intéressantes. Pour évoquer le témoignage d'un de nos illustres géomètres, Legendre, comme on le voit dans sa correspondance avec Jacobi, suivait avec un vif intérêt la publication des *Nouvelles astronomiques,* et c'est par leur entremise que les premières découvertes de Jacobi furent communiquées au monde savant.

Les *Nouvelles astronomiques* furent fondées en 1823 par Schumacher, directeur de l'observatoire d'Altona. Le gouvernement danois supporta libéralement les frais de la publication qui d'abord, et pendant un assez long temps, ne furent pas couverts par les souscripteurs. Après la mort de Schumacher vint Petersen. L'illustre astronome Hansen prit à son tour la direction; ce fut pour peu de temps, tandis que C.-A.-F. Péters, son successeur, conserva les mêmes fonctions pendant de longues années, jusqu'en 1880, année de sa mort. Dans l'intervalle, le journal prit une plus grande extension et put se passer de subventions de la part du gouvernement.

A la mort de C.-A.-F. Péters qui, pendant la longue période de sa direction, n'avait pu faire autrement que de s'aliéner quelques astronomes, le gouvernement allemand prit l'initiative d'une mesure destinée à accroître encore la valeur de la publication dont nous parlons. Cette mesure consista à rattacher la rédaction des *Nouvelles astronomiques* à la *Société astronomique internationale*. Ainsi le journal devenait un organe international. Dans les derniers numéros on trouve des communications de M. Hermite, notre illustre géomètre, sur le calcul de certaines formules; de M. Ch. André, directeur de l'Observatoire de Lyon, sur les apparences singulières qui ont parfois accompagné le phénomène des contacts dans les passages de Vénus et de Mercure sur le Soleil, etc. Il va sans dire que la bonne moitié de chaque numéro est consacrée aux observations des comètes et planètes récemment découvertes, aux mesures d'étoiles doubles et multiples, à l'étude des étoiles variables, des nébuleuses, aux recherches d'astronomie physique (1).

REVUE DE BOTANIQUE

Physiologie. — La manière dont se produisent, suivant les circonstances, l'ouverture et la fermeture des stomates, ces petits pores entourés de cellules spéciales qui font communiquer l'intérieur des feuilles ou des jeunes tiges avec l'extérieur, a été l'objet de nombreux travaux; mais les résultats des observations faites jusqu'à présent étaient souvent en apparence contradictoires. M. Schwendener semble avoir résolu cette question controversée (2). Tout d'abord, il faut éliminer les stomates âgés dont les cellules ont un contenu très réduit et la membrane épaisse, le stomate est alors devenu rigide et incapable de se mouvoir; il reste indéfiniment ouvert ou fermé.

Chez les stomates jeunes, dont les parois cellulaires, minces à l'extérieur et épaisses vers l'ouverture, se courbent inégalement sous la pression interne, on observe toujours, d'après M. Schwendener, les stomates largement ouverts au soleil, fermés, au contraire, à l'obscurité; il suffit même, pour faire fermer les stomates d'une feuille, de l'éclairer moins. Quant à la chaleur, elle semble sans influence. Ces résultats concluants mettent fin à des divergences d'opinion qui sont maintenant expliquées; ils confirment d'ailleurs ce que l'on sait sur le rôle des stomates, qui servent surtout à la transpiration de la plante.

Nous avons déjà rendu compte des recherches de M. Hansen sur l'habitat des levures alcooliques, ou, pour mieux dire, du

(1) Le prix des *Nouvelles astronomiques* est de 15 francs par an; les demandes d'abonnement doivent être adressées au rédacteur M. A. Krueger, directeur de l'Observatoire à Kiel (Allemagne).

(2) *Ueber Bau und Mechanik der Spaltöffnungen* (*Monatsb. der Berliner Akademie*, 1881).

Saccharomyces apicucatus, la seule espèce étudiée (1). L'auteur danois a reconnu que la terre, pendant la saison froide, était le lieu d'hivernage de ce petit champignon. A l'époque où parut ce mémoire, M. LÉON BOUTROUX, maître de conférences à la Faculté des sciences de Caen, venait d'entreprendre une série de recherches sur un sujet analogue (2). Les expériences de M. Boutroux ont porté sur toutes les espèces de levures, déterminées par leur forme, obtenues à l'état pur, et sur lesquelles on avait constaté le caractère de la fermentation.

Pour savoir si un corps est chargé de levures, l'auteur emploie la méthode de M. Pasteur. On introduit le corps, avec toutes les précautions nécessaires, dans du moût de raisin privé de germes, qui est ensuite porté à la température de 30 degrés. On élimine ensuite, par des cultures méthodiques, les organismes étrangers qui se sont développés avec les levures.

M. Boutroux a d'abord cherché si les fruits verts, autres que le raisin, étaient, comme lui, dépourvus de germes; il a trouvé que divers fruits verts (cassis, groseilles à maquereau, framboises, baies d'épine-vinette) portent normalement à leur surface des levures alcooliques particulières; d'autres (fraises, cerises, groseilles à grappes) n'en présentent pas; mais les levures les plus actives, celles qui font le vin, apparaissent brusquement sur les fruits mûrs. C'est là le fait que M. Boutroux s'est proposé d'expliquer. Où pouvaient être, pendant la belle saison, ces petits champignons qui apparaissent sur les fruits mûrs en automne?

En examinant les fleurs nectarifères, l'auteur prouve qu'elles portent des levures en grande abondance; la levure y végète aux dépens du saccharose du nectar. C'est là que vit la levure au printemps et en été, avant la maturation des fruits.

Mais tout ne serait pas encore expliqué par cette découverte. En effet, si une levure active se trouve sur la fleur et sur le fruit mûr d'une plante sans se trouver sur le fruit vert, qu'est-elle devenue dans l'intervalle? M. Boutroux a eu l'idée alors de chercher s'il ne trouverait pas de levure sur les abeilles qui vont chercher le nectar dans les fleurs; il y a rencontré les mêmes espèces que sur le nectar.

Dès lors, d'après lui, on pourrait expliquer ainsi le cycle des habitats successifs des levures.

En été, les fruits portent des levures en voie de développement; elles se conservent, après la saison des pluies, en partie sur les débris de fruits (d'après les expériences de M. Pasteur et de M. Chamberland (3), en partie dans la terre, en partie dans les habitations d'hiver de différents insectes. Les levures passent ainsi la saison froide. Quand arrive le printemps, les germes restés vivants seraient portés par les insectes sur les fleurs nectarifères, où les germes se développent et multiplient les petits organismes; et, pendant tout l'été, ils se trouvent cultivés de fleur en fleur, semés successivement de l'une à l'autre par les insectes qui vont chercher soit le pollen, soit le nectar, et ce serait encore sur les fruits mûrs qu'ils seraient transportés par le même moyen. Dans cette hypothèse, on s'expliquerait l'apparition brusque de la levure sur le raisin mûr, qui n'est pas visité par les insectes lorsqu'il est vert. On est ainsi revenu au point de départ, la maturité des fruits, et à chaque moment de l'année, les levures ont leur habitat déterminé.

On pourrait peut-être objecter à M. Boutroux que les fruits sont bien peu visités par les insectes mellifères, et qu'en certains cas, lorsque les levures se trouvent sur les fruits verts, il serait assez naturel d'admettre que la levure (peut-être, et parfois, à l'état de vie latente) ne quitte pas la fleur et passe ainsi de la surface du nectaire à la surface du fruit, sans qu'il y ait intervention nécessaire des insectes. Quoi qu'il en soit sur ce point, le remarquable travail de M. Léon Boutroux met en lumière un grand nombre de faits nouveaux et imprévus d'un très grand intérêt. Il est à souhaiter que l'auteur continue ses recherches dans cette voie nouvelle.

M. WARTMANN décrit les expériences déjà anciennes qu'il a faites sur la question de l'influence que peut avoir l'électricité atmosphérique sur la végétation (1). D'après ces recherches, cette influence serait nulle. On n'a trouvé aucune différence sensible dans le développement de graines semblables, les unes étant soustraites à l'influence électrique, les autres au contraire en communication avec un système de fils métalliques mis en relation eux-mêmes avec un paratonnerre.

M. WARTMANN trouve aussi, par une suite d'expériences faites récemment, que l'ozone n'a pas d'influence sensible sur la germination. Il est regrettable, en ce cas, qu'on ait indiqué cette influence, encore mal démontrée, dans le programme de botanique de l'enseignement secondaire.

Enfin dans une dernière note, le même expérimentateur, opérant sur des marrons d'Inde, montre qu'ils peuvent supporter les plus grands froids et germer de la même manière que ceux qui n'avaient pas été refroidis. Il ne faudrait pas en conclure avec l'auteur que ce phénomène est général, même en rapprochant ses expériences de celles faites antérieurement par M. C. de Candolle, car certaines graines, comme les graines d'érable et plusieurs graines de légumineuses, ont leur embryon gelé au-dessous de — 24° et ne peuvent plus germer.

Il est admis comme un dogme, dans l'enseignement allemand, que ce n'est pas par les vaisseaux des plantes que circule la sève; mais qu'elle se propage par les *parois* des cellules qu'elles imbibent successivement. Les vaisseaux serviraient à conduire l'air. Cette théorie, quoique si généralement admise, ne repose sur aucun fait, et de nombreuses expériences prouvent au contraire, ce qui semble assez na-

(1) *Meddelser fra Carlsberg Laboratoriet.* 3e livraison, Copenhague, 1881.

(2) *Sur l'habitat et la conservation des levures spontanées*, par M. L. Boutroux (*Bull. Soc. linn. de Normandie*). 3e série, VIe vol., 1881.

(3) Chamberland, *Origine et développement des organismes microscopiques* (*Ann. de l'École normale supérieure*, 1878).

(1) *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1881.

turel, que les vaisseaux ont bien pour rôle de conduire la sève. M. Bœhm (1), qui a depuis longtemps étudié expérimentalement ce phénomène, reprend encore la question et donne de nouvelles preuves de ce fait. Si lorsque la transpiration est très active, en été, les vaisseaux contiennent de l'air, c'est que l'aspiration produite à la surface des feuilles est trop grande pour que la sève absorbée par les racines ait le temps de remplir les vaisseaux.

Morphologie. — M. Häberlandt, docent de l'Université de Graz, a entrepris une longue suite de recherches anatomiques sur la disposition des cellules à chlorophylle chez les végétaux (2). Considérant les divers tissus à chlorophylle comme appareils d'assimilation, l'auteur se place ainsi à un point de vue nouveau et envisageant l'anatomie de tissus définis physiologiquement, ses conclusions doivent l'amener à établir les rapports qui existent entre la structure de ces tissus chlorophylliens et le rôle d'assimilation qu'ils ont à remplir. Ce long travail est accompagné de très nombreuses figures coloriées qui représentent les tissus à chlorophylle de plantes plus ou moins différenciées. M. Haberlandt conclut que dans les plantes les plus élevées en organisation les tissus d'assimilation, tant par leur position que par leur mode de développement et la forme de leurs cellules, se disposent de manière à faciliter sous l'action de la lumière la fixation du carbone, de la façon la plus utile pour la plante.

Dans un autre travail M. Haberlandt a examiné le point végétatif *jeune* de la tige de Ceratophyllum (3); il montre qu'il s'y trouve trois cellules initiales superposées, la première donnant naissance par divisions successives à l'épiderme, la seconde aux tissus de l'écorce, la troisième au cylindre central. C'est donc là un cas où le mode d'accroissement normal est très net chez les phanérogames. Peut-être en étudiant ainsi à l'origine le point végétatif de beaucoup d'autres plantes, trouverait-on un mode de division initial ainsi simplifié.

M. Kny (4) a étudié le développement et la structure des faisceaux vasculaires libéro-ligneux de certaines monocotylédonées, en s'attachant à montrer de quelle manière s'y produisent les tissus nouveaux dont la formation est ultérieure à la première différenciation du faisceau. Les faisceaux vasculaires des *Rhapis, Xanthorrhœa, Dasylirion, Ophiopogon, Testidunaria,* sont représentés en détail dans les figures qui sont intercalées dans ce mémoire.

(1) *Ueber die Ursache der Wasserbewegung und der geringen Lufttension in transpirirenden Pflanzen* (*Bot. Zeit.*, décembre 1881)

(2) *Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen* (avec 6 planches lithographiées). *Pringsheim's Jahrbücher,* t. XIII, p. 73. Leipzig, 1881.

(3) *Ueber Schetelzellwachsthum bei der Phanerogamen.* Graz, 1881 (*Nat. Ver. für Sterermark*).

(4) Kny, *Ueber einige Abweichungen im Bau des Leitbündels der Monocotyledonen* (*Bot. ver. der Provinz Brandeburg*). — Berlin, 1881.

M. Klein (1) a entrepris la description détaillée des nombreux cristalloïdes de forme variée qu'on rencontre dans les algues marines. Ces corps albuminoïdes biréfringents appartiennent soit au système du prisme clinorhombique, soit parfois au système cubique ou au système hexagonal. D'autres corps analogues, de même composition, à structure interne semblable, ne paraissent se rattacher à aucun système cristallin; tels sont les cristalloïdes fusiformes des *Griffithsia,* on pourrait les considérer peut-être comme des sortes d'octaèdres déformés, car on trouve dans la même plante des cristalloïdes octaédriques à arêtes courbes. Ces cristalloïdes paraissent se former souvent, non pas dans le protoplasma général, comme on l'avait cru d'abord, mais dans des masses spéciales dérivées elles-mêmes du protoplasma fondamental (*leucites,* voy. plus loin, à la fin de la *Revue de botanique*).

M. Klein décrit aussi et figure les curieux cristalloïdes empilés les uns sur les autres et renfermés à l'intérieur du noyau des cellules épidermiques chez les utriculaires et les pinguicules (2).

On sait que les cellules qui constituent les vaisseaux des plantes développent sur leurs parois des sculptures particulières parmi lesquelles la formation d'un ruban contourné en hélice caractérise la formation des vaisseaux spiralés.

Mais cette dernière forme d'épaississement n'appartient pas exclusivement à ces vaisseaux, car on connaît des exemples de cellules spiralées isolées au sein du parenchyme des feuilles ou des tiges de certaines plantes (*Crinum, Nepeuthes, Salicornia* et quelques orchidées).

Le développement de ces cellules vient d'être étudié par M. Mangin, professeur agrégé des sciences naturelles (3). Indiquons-le rapidement.

Chez les crinum, par exemple, ces cellules spiralées occupent les lacunes du parenchyme foliaire ou cortical et font défaut quand les lacunes manquent. Elles se développent dans ces lacunes à la façon des poils internes de certaines Atroïdées. En effet, lorsqu'au sein du parenchyme d'abord homogène, les lacunes apparaissent, on voit quelques-unes des cellules qui bordent ces lacunes cesser de se diviser et s'allonger peu à peu en s'insinuant dans la lacune; quand elles ont acquis leur dimension définitive, la paroi prend l'épaississement en spirale.

La formation des cellules spiralées des *Nepenthes* est bien différente. Ici le parenchyme reste massif et tandis que la plupart de ses cellules continuent à se diviser activement par des cloisons horizontales, quelques-unes d'entre elles grandissent peu à peu. Quand elles ont acquis une longueur quinze ou vingt fois plus grande que leurs voisines, avec lesquelles elles restent en contact, leur membrane s'épaissit et forme le cordon spiralé. Cè mode de développement est ana-

(1) *Die Kristalloïde der Meeresalgen* (*Jahrbücher für wiss. Bot. Pringsheim*), vol. XIII, p. 23. — Leipzig, 1881.

(2) *Die Zellkern-Kristalloïde van Pinguicula und Utricularia* (*Id.*), vol. XIII, p. 60. 1881.

(3) *Bull. Soc. bot. de Franc* déc. 1881 et janvier 1882.

logue à celui des cellules scléreuses. L'analogie est rendue plus frappante quand on remarque que les cellules scléreuses existent dans les feuilles de *Salicornia macrostachya,* tandis que le parenchyme foliaire des autres espèces de *Salicornia* renferme des cellules spiralées.

M. G. Briosi vient de décrire et de figurer de très curieux organes spéciaux qui se produisent au-dessous du collet chez plusieurs plantes et qui semblent destinés à jouer un rôle particulier dans la première nutrition extérieure de l'être, au moment de la germination (1). C'est une sorte de dilatation en forme d'anneau qui se produit immédiatement à la base de la tigelle, rappelant un peu au début le talon des cucurbitacées. Mais cette protubérance se couvre bientôt de poils très longs et réguliers qui se développent en une nappe annulaire et dont le rôle absorbant est facile à constater. Ces curieux organes sont représentés avec grand soin dans les deux belles planches qui accompagnent le texte; on peut y suivre le développement de leur morphologie extérieure et leur anatomie interne. Ces organes particuliers se rencontrent chez des plantes très différentes : *Epilobium, Myrtus, Eucalyptus, Lythrum, Callistemon,* etc.

Dans une note assez étendue sur les feuilles ramifères du chou, feuilles monstrueuses produisant des rameaux, M. Duchartre (2), rappelant d'autres observations et l'examen de plusieurs faits normaux dans le développement de certaines plantes, présente quelques objections à la différence anatomique admise généralement entre les axes et les organes appendiculaires.

M. Louis Olivier, s'étant aperçu que l'eau de plusieurs bassins du Jardin des plantes était colorée en rouge, y découvrit en grande quantité le petit organisme que M. Ray-Lankaster a appelé *Bacterium rubescens.* Par une étude détaillée du mode de division de cet être microscopique, des cils vibratiles qui le font mouvoir et de son mode de multiplication, M. Olivier (3) montre qu'il n'appartient pas à la famille des Bactériacées ; c'est le *Monas Okenii.*

M. Guignard a commencé la publication d'un très important mémoire sur l'embryogénie des légumineuses (4). Nous reviendrons en détail sur ce travail remarquable au moment de la soutenance de la thèse, par son auteur.

M. Kienitz-Gerloff (5) a suivi le développement de l'embryon de l'isocte, et il montre en particulier comment le tissu qui forme les cellules à l'extrémité des organes de cette plante n'offre pas une cellule tétraédrique initiale comme chez la plupart des autres cryptogames vasculaires.

M. Prantl (1) a étudié la manière dont se répartissent les organes mâles (anthéridies) et femelles (archigones) sur un certain nombre de prothalles de fougères.

M. Just a donné une étude approfondie, accompagnée de figures sur une curieuse algue siphonée qui se développe sur les feuilles de l'*Arisarum* et qu'il nomme *Phyllosiphon Arisari* (2).

Signalons encore de nouvelles recherches sur la constitution des grains d'amidon par M. Meyer (3); une longue étude du développement des organes reproducteurs des lichens par M. Krabbe (4) ; un travail anatomique sur les cucurbitacées par M. Lotar (5), où sont étudiés les différents types anatomiques de tiges de feuilles et de graines, que présentent les plantes de cette famille; l'auteur a adopté pour ses descriptions un mode de notations récemment imaginé, qui ne paraît pas fort utile, et une étude de M. Jatta sur le développement du thalle d'un singulier lichen, l'*usnea articulata* (6).

Parmi les travaux anatomiques se rapportant à l'étude des plantes fossiles, nous devons mentionner spécialement le travail de M. Zeiller (7) sur une cuticule conservée à l'état fossile et présentant la marque des cellules des stomates avec une parfaite netteté.

Géographie botanique et classification. — M. Axel Blytt, professeur à l'Université de Christiania, vient de reprendre une question dont il avait donné il y a un certain nombre d'années une esquisse un peu incomplète (8). M. Blytt cherche à expliquer la distribution actuelle des végétaux de Norvège par une alternance de climats continentaux et insulaires dans la presqu'île scandinave. L'auteur divise la flore de Norvège d'une façon un peu arbitraire peut-être, en régions atlantique, subatlantique, boréale, subboréale, subarctique et arctique. M. Blytt avait déjà donné une carte intéressante représentant ces régions ; il publie maintenant, en outre, la liste des espèces qui les caractérisent (9). Pour ceux qui connaissent la flore de la Norvège, on y trouve certaines délimitations qui surprennent. Le *Vaccinium Vitis-idæa* et le *Vaccinium uliginosum,* deux espèces si souvent mélangées dans la flore norvégienne, sont donnés le premier comme caracté-

---

(1) *Interno un organo di alcumi embrioni vegetali,* par Giovanni Briosi (Extrait de la série 3e des mémoires de la *Reale Academia dei linei,* anno CCLXXIX. Rome, 1882).

(2) *Note sur des feuilles ramifères de chou* (*Bull. Soc. bot.,* 1881, p. 256).

(3) *Sur la rubéfaction naturelle de l'eau* (*Bull. Soc. bot.,* 1881, p. 216).

(4) *Recherches sur l'embryogénie des légumineuses* (*Ann. sc. nat.,* 6e série, t. XVI).

(5) *Ueber Wachsthum und Zelltheilung und die Entwickelung des Embryos von Isoetes lacustris* (*Bot. Zeitung*), nos 47 et 48, 1881).

(1) *Bot. Zeit.,* novembre 1881.

(2) *Bot. Zeit.,* 1882, nos 1 et suiv.

(3) *Bot. Zeit.,* décembre 1881.

(4) *Bot. Zeit.,* février 1882.

(5) *Essai sur l'anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des cucurbitacées* (Thèse de pharmacie. Lille, 1881).

(6) *Appunti sul tallo dell' Usnea articulata* (*Nuov. Giornal Bot. italiano,* p. 53). Florence, 1882.

(7) *Bull. Soc. bot. de France,* 1881, p. 210.

(8) *Essay on the immigration of the Norwegian Flora.* Christiania, 1876.

(9) *Die Theorie der wechselnden Kontinentalen und insularen Klimate* (*Botanische Jahrbücher,* t. II, p. 1).

ristique de la région arctique, le second comme spécial à la région subarctique. On pourrait multiplier de telles remarques.

La partie la plus remarquable du travail de M. Blytt est celle où il donne de nouveaux détails sur les plantes des tourbières et sur les empreintes fossiles de végétaux qu'on trouve dans les argiles glaciaires. Quant à la théorie de l'immigration des plantes en Norvège, fondée sur l'alternance des climats continentaux (secs), et des climats insulaires (humides), sur le nombre de ces alternances, sur les jonctions et les isolements successifs de la région norvégienne avec toutes les contrées voisines, on pense que ce n'est pas sans de nombreuses hypothèses que tout cet ensemble d'explications propesées parvient à être établi.

Nous rappellerons à ce sujet l'opinion de M. Lange dont nous avons parlé à propos de la flore du Groënland (1).

M. Cosson vient de publier le premier volume de la *Flore d'Algérie, Tunisie et Maroc* (2), œuvre considérable à laquelle le botaniste bien connu de tous par sa *Flore des environs de Paris* a consacré un grand nombre d'années. Ce premier volume comprend toutes les généralités. On y trouve des cartes détaillées faites au point de vue de la répartition des espèces en indiquant quelles sont les contrées explorées par les divers botanistes qui ont visité l'Afrique septentrionale. Le principal intérêt des travaux publiés dans ce volume est dans la délimitation des régions naturelles établies au point de vue de la végétation. D'une manière générale on peut distinguer en Algérie : la région des montagnes, la région des hauts plateaux, la région saharienne et la région méditerranéenne. Le travail important dont M. Cosson commence maintenant la publication est destiné à fournir de nombreux et intéressants matériaux, depuis longtemps attendus.

Parmi les travaux descriptifs récents, consacrés à la flore de France, nous citerons particulièrement les suivants.

M. Ch. Royer (3) a entrepris la publication de la flore de la Côte-d'Or ; dans cet ouvrage se trouvent traitées plusieurs questions originales, qu'on n'a pas l'habitude de voir aborder dans les flores locales. Les organes souterrains des plantes, dont la morphologie extérieure est souvent trop négligée, ont particulièrement attiré l'attention de M. Royer qui s'est servi de leurs diverses dispositions comme caractéristiques des genres et des espèces.

M. A. Malbranche (4) a fait paraître un important supplément au catalogue descriptif des lichens de Normandie, où il donne l'énumération des champignons parasites des lichens observés par lui.

(1) Voyez *Revue scientifique*, 3 novembre 1881.

(2) *Compendium Floræ atlanticæ*, etc., ou *Flore des États barbaresques* (*Algérie, Tunisie, Maroc*), par E. Cosson, vol. I. — Paris, Masson, 1881.

(3) *Flore de la Côte-d'Or*, par M. Ch. Royer, vol. I. — Savy, 1881.

(4) *Supplément au catalogue descriptif des lichens de la Normandie*, par A. Malbranche (*Bull. de la Soc. des amis des sciences naturelles de Rouen*, 1881).

Signalons aussi une étude sur les Valérianes de France par M. Bonnet (1).

Les monographies faisant suite au prodrome de de Candolle (2) sont publiées toujours de temps à autre. Dans celui qui vient de paraître, se trouvent les travaux de MM. Cogniaux, Clarke, Micheli et Caruel. La famille des Cucurbitacées, dont la description est fort ancienne et dont le prodrome nécessitait une revision, est traitée par M. Cogniaux. Le nombre des espèces aujourd'hui est six fois plus grand que du temps des travaux de Seringe et de M. Naudin. Cette famille compte soixante-dix-neuf genres et six cents espèces. On voit par cet exemple combien il faut être prudent lorsqu'on veut indiquer le nombre relatif des formes végétales connues. On est bien loin d'avoir encore recueilli tous les matériaux nécessaires à la géographie botanique du globe, puisque sur cette famille, très étudiée depuis longtemps, on pouvait se tromper en valeur absolue du simple au sextuple. Les trois autres travaux sont relatifs à des familles de plantes monocotylédonées qui n'ont pas été décrites dans le prodrome. M. Clarke s'est chargé des Commélinées, M. Micheli des Alismacées, Butomées, Juncaginées, et M. Caruel des Philydracées, petites plantes de l'Océanie.

Ajoutons que M. Scheffer a publié dans les *Annales de Buitenzorg* la description de quelques plantes nouvelles ou peu connues de l'archipel Indien (3), que M. Willkomm a publié une nouvelle livraison (accompagnée de 9 planches) sur la flore d'Espagne (4) et que M. Goiran a commencé la publication d'une flore des environs de Vérone (5).

La description de la flore de la Californie, commencée en 1876, sous la direction de M. Sereno Watson, vient d'être terminée (6). C'est un résultat important, car on n'avait pour ainsi dire jamais décrit les espèces de cette région jusqu'à ces dernières années. Par sa situation entre l'Océan et un vaste désert, la Californie a acquis une flore très spéciale et l'étude qui vient d'en être faite intéressera certainement à un haut degré les botanistes qui s'occupent de la migration des espèces végétales. Sans quitter l'Amérique, ajoutons que M. Ara Gray a publié de nouveaux travaux sur les Composées, les Asclépiadées et les Gentianées de l'Amérique du Nord, ainsi que sur certains genres ou espèces nouvelles appartenant à d'autres familles (7).

Enfin comme description de végétaux fossiles citons les travaux suivants : une note de M. Bureau sur des fossiles tertiaires trouvés dans les terrains éocènes de la Loire-Infé-

(1) Extrait du journal *le Naturaliste*, 1881.

(2) *Monographiæ Phanerogamarum*, in-8°, vol. III, 1881, avec 8 planches.

(3) *Ann. du jardin botanique de Buitenzorg*, vol. II, 1re partie, 1881.

(4) *Illustrationes floræ hispaniæ*, etc., livre II. — Stuttgart, 1881.

(5) *Prodromus floræ Veronensis* (*Nuov. Giorn. Bot. ital.*). Florence, janv. 1882.

(6) *Botany of California*, vol. II. Cambridge Mass.

(7) *Proceedings of the American Academy of arts and sciences*, t. XVI, p. 88.

rieure par M. Vasseur (1) ; une étude de M. Conwentz sur des racines de conifères fossiles trouvés près de Breslau (2) et une note sur les Équisétacées du grès liasique par M. Morière, doyen de la Faculté de Caen (3).

Le quatrième fascicule du *Traité de botanique* de M. Van Tieghem a parù depuis notre dernière Revue de botanique. Ce fascicule renferme toute la morphologie et la physiologie de la cellule, ainsi que le commencement de l'étude anatomique des tissus (4). Par suite des modifications apportées dans la théorie cellulaire par les récentes recherches de divers auteurs, M. Van Tieghem expose ce sujet, déjà si souvent traité, d'une manière toute nouvelle. La division du protoplasma, la division du noyau et la division de la membrane n'étant pas forcément corrélatives, sont traitées aux trois chapitres du protoplasma, du noyau, de la membrane. Les corps protoplasmiques isolés du protoplasma fondamental et produisant l'amidon, ceux qui forment la chlorophylle, ceux qui s'emmagasinent en réserve dans les grains (grains d'aleurone), ou encore les formations dérivées du protoplasma, qui contiennent différents pigments dans les fruits ou les fleurs, sont réunis par l'auteur sous le nom général de *leucites*, et l'origine indirecte de la plupart des dérivés du protoplasma est par là mise en évidence.

On trouve dans ce fascicule le compte rendu des derniers travaux sur la constitution et la production des grains d'amidon, sur les cristalloïdes, sur la division du noyau, sur la constitution de la nucléine. Remarquons, enfin, que le chapitre consacré au suc cellulaire réunit un grand nombre de renseignements épars, qu'on ne saurait trouver ni dans l'ouvrage de M. Sachs, ni dans les traités allemands récemment parus.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 13 FÉVRIER 1882.

Chimie. — M. *Berthelot* a étudié les sels doubles formés par les sels haloïdes du mercure.

Ses recherches ont porté d'abord sur le chlorure double de mercure et de potassium, à équivalents égaux, tant anhydre : K Cl, Hg Cl; qu'hydraté : K Cl, Hg Cl, H O ; ce dernier perd son eau à l'étuve. Pour en obtenir la chaleur de formation il suffit de savoir : 1° la chaleur de dissolution du sel double ; 2° et 3° celles de ses composants ; 4° enfin la chaleur qui résulte du mélange des dissolutions de ces derniers.

La formation totale du sel double hydraté, à partir de l'eau liquide et de deux sels simples anhydres, dégage en tout : $+ 2^{cal},7$.

(1) *Prémices de la flore éocène du Bois Gouet* (*Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. IX, p. 286).

(2) *Schriften der naturf. Gesell.* Dantzig, t. IV, liv. IV.

(3) *Bull. Soc. linn. de Normandie*, 3e série, t. V.

(4) *Traité de botanique*, par Ph. Van Tieghem. — Paris, Savy, 1881.

L'auteur a pris ensuite des chlorures doubles tels que le chlorure K Cl, 2 Hg Cl, 2 H O.

Le bromure double étudié ensuite répond à la formule K Br, 2 Hg Br, 2 H O. Il est très beau et très bien cristallisé.

La chaleur de dissolution du bromure de potassium dans quarante fois son poids d'eau est représentée, à la température *t*, pour la formule $KBr = 119^{gr},1$, par

$$-5^{cal},13 + 0,038\,(t - 18).$$

Et enfin les recherches ont porté sur la chaleur de formation du cyanure double : Hg Cy, K Cy.

Hg Cy solide + K Cy solide = Hg Cy, K Cy, dégage $+ 8^{cal},3$

— M. *G. Chancel* présente son second mémoire sur les acides nitrogénés dérivés des acétones.

L'acétone d'un acide normal donne un dérivé nitrogéné que les agents de réduction transforment en l'homologue immédiatement inférieur de l'acide générateur de l'acétone. Au contraire, plusieurs degrés sont toujours franchis avec les acétones des acides isomères de l'acide normal. La formation de ces acides nitrogénés est une réaction caractéristique des acétones. Elle permet aussi de distinguer les alcools primaires d'avec les alcools secondaires ou tertiaires. Dans certains cas elle est susceptible de donner des indications précises sur la constitution intime des acides et des alcools.

— M. *Fr. Laur* communique les propriétés particulières d'une eau thermale jaillissante, obtenue dans la plaine du Forez.

— M. *G. André* a préparé un oxychlorure de magnésium en chauffant dans un ballon 500 grammes d'eau avec 400 grammes de chlorure de magnésium cristallisé, puis ajoutant à la masse en ébullition 20 grammes de magnésie calcinée.

Le précipité, analysé, correspond à la formule Mg Cl, Mg O, 16 HO.

	Trouvé.	Calculé.
Mg Cl	22,96	22,45
Mg O	9,19	9,45
H O	67,85	68,10
	100,00	100,00

— M. *J. Ogier* a obtenu un oxychlorure de soufre.

Cette matière a été analysée en la dissolvant dans l'acide azotique et en y dosant le soufre et le chlore. Voici les chiffres obtenus : ils conduisent à la formule S^2OCl^2.

	Pour 100.	Calculé.
Cl	64,10	63,90
S	28,70	28,80

La réaction qui lui donne naissance peut être représentée par la formule. $2S^2Cl + 2SO^2Cl = 2S^2OCl^2 + SO^2 + S$.

— M. *E. Bourgoin* a déterminé l'action du cyanure de potassium sur le trichloracétate de potassium.

La réaction commence vers 75° ; elle s'achève au voisinage de 85°. Le liquide se colore fortement et il s'en dégage continuellement des gaz et des vapeurs qui simulent une sorte d'ébullition.

— M. *Joannis* a employé quatre méthodes afin de vérifier la chaleur de formation de l'acide ferricyanhydrique.

Ces quatre réactions sont formées de deux qui prennent comme point de départ le ferricyanure de potassium ; d'une

autre, le ferrocyanure de zinc; d'une autre enfin, l'acide lui-même.



$$2K^2FeCy^3+Br=K^3Fe^2Cy^6+KBr,$$



$$2K^2FeCy^3+Cl=K^3Fe^2Cy^6+KCl$$



$$4ZnO,SO^3+KI+K^3Fe^2Cy^6=2Zn^2FeCy^3+4KO,SO^3+I,$$



$$2H^2FeCy^3+Br=H^3Fe^2Cy^6+HBr.$$

— M. *A. Muntz* obtient la galactine en traitant la graine de luzerne pulvérisée, par de l'eau contenant un peu d'acétate neutre de plomb.

Cette gomme est une substance distincte, caractérisée par un pouvoir rotatoire dextrogyre élevé et par la propriété de donner, sous l'influence des acides étendus, les produits de dédoublement du sucre de lait, d'où lui vient son nom de galactine.

Cette gomme est abondamment répandue dans les produits végétaux; les graines de légumineuses, surtout celles qui ne contiennent pas d'amidon, en renferment de grandes quantités. Elle paraît localisée dans le testa; le testa de la graine de luzerne en donne jusqu'à 42 pour 100 de son poids.

Elle est digérée par les animaux; on n'a cependant pas pu la saccharifier par l'action de la salive et du suc pancréatique.

La propriété remarquable de ce corps, de donner naissance à du galactose, ne peut-elle pas permettre de le regarder comme faisant partie des matériaux dans lesquels les femelles des herbivores puisent les éléments du sucre de lait, sécrété par leurs organes de lactation, et dont l'origine est encore entourée de mystère? Le sucre de lait est peu abondant dans le règne végétal; il n'a été signalé, avec certitude, que dans le suc du sapotillier, par M. G. Bouchardat.

— M. *E. Guinochet* sursature les solutions des aconitates. Elles se troublent fréquemment par l'ébullition en donnant un précipité qui se redissout plus ou moins pendant le refroidissement.

Physique. — M. *Pilleux* a fait des expériences sur le choc entre corps élastiques qui, d'après lui, semblent prouver aux partisans de la matière vibrante que :

1° La matière pourrait bien être composée de parcelles animées de vitesses inversement proportionnelles à leurs masses, et se heurtant quand elles se rencontrent, sans que les chocs aient pour effet de séparer leurs parties constituantes;

2° Qu'un excès de vitesse d'une parcelle, c'est-à-dire (dans la théorie mécanique de la chaleur) un excès de chaleur, aurait toujours pour effet, au contraire, d'opérer la séparation de ces parties.

— M. *Marcel Deprez :* Des actions électriques dans les systèmes conducteurs semblables.

— Sur le transport électrique de la force aux grandes distances.

— M. *Brillouin* a reconnu qu'il est facile de construire deux bobines dont le coefficient d'induction mutuelle soit théoriquement calculable avec telle précision qu'on voudra; et qu'au moyen des méthodes de comparaison dont il a entrepris l'étude, on peut déterminer les coefficients d'induction propre ou mutuelle de bobines quelconques à moins de 1/2000 près.

— M. *Ad. Guébhard* présente une note sur la généralité de la méthode électro-chimique pour la figuration des lignes équipotentielles.

De ses dernières expériences, où des branches quelconques de lignes d'écoulement pouvaient être prises comme électrodes sans modifier l'équation générale, un retour naturel au système équipotentiel devait faire supposer qu'ici encore deux courbes quelconques du système, pourvu qu'elles fussent complètes, devaient reproduire toujours la même famille de lignes de niveau : n'est-ce pas ainsi que Lamé déduisait du cas de deux centres thermiques celui de tranches cylindriques diversement limitées ou évidées? Non seulement l'auteur a vérifié en sections planes la plupart des cas de Lamé, mais encore d'autres, où il est particulièrement intéressant de voir les anneaux colorés, après avoir traversé l'infini, se refermer en enserrant du dehors au dedans des zones intérieures de formes diverses, pouvant elles-mêmes se subdiviser et se réduire enfin à plusieurs noyaux distincts.

— M. *C. Decharme* décrit ses expériences hydrodynamiques, qui consistent dans l'imitation, par les courants liquides, des phénomènes d'électro-magnétisme.

La première expérience avait pour but d'étendre aux liquides un phénomène constaté, sur les gaz et les vapeurs, par M. Clément Desormes, et consiste dans l'attraction d'un disque de carton, présenté à très petite distance et normalement à un jet de gaz, sortant par un tube muni d'un pareil disque affleurant l'ouverture.

L'expérience correspondante avec les liquides se réalise facilement au moyen d'un jet obtenu à l'aide d'un tuyau d'arrosage, alimenté par les eaux de la ville. On dispose verticalement le tube, muni à son extrémité d'un disque en métal ou en liège (de 0m,06 à 0m,08 de diamètre), affleurant l'ouverture tournée vers le haut. On approche un second disque pareil très près du premier, en ayant soin seulement de l'empêcher de glisser; sous l'influence du jet, ce disque est attiré et maintenu à 2 ou 3 millimètres du disque fixe, par la différence entre la pression de l'air ambiant et celle de l'eau dans l'intervalle des disques. La pièce mobile n'est pas amenée jusqu'au contact du tube fixe; mais quand on veut l'éloigner de sa position d'équilibre, on sent une résistance très prononcée. Le même effet se produit également au sein de l'eau.

— M. *L. Laurent* a imaginé un polarimètre à lumière ordinaire avec compensateur.

Ce compensateur est agencé de façon à pouvoir s'adapter facilement aux polarimètres à pénombres déjà construits; on aura à volonté un polarimètre à lumière monochromatique ou un saccharimètre à lumière ordinaire. La division est éclairée par le bec lui-même, au moyen d'un petit miroir mobile avec le vernier. La loupe permet de lire et l'appareil apprécie 1/20 de division; la précision est ainsi presque doublée. La plaque de bichromate donne une lumière suffisamment monochromatique pour masquer la petite coloration qu'introduit dans la lumière blanche soit la coloration de la lame, soit celle due à la trempe des verres.

— M. *Faye* donne quelques détails sur un nouveau mémoire de M. *Hirn*, intitulé: *Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température*. Arago avait bien découvert un point faible et en même temps accessible à cette expérimentation, mais celle-ci était si délicate qu'il avait fallu, pour la rendre réalisable, l'esprit d'invention de Wheatstone joint au talent d'exécution et au dévouement de M. Breguet. Au moment où le merveilleux appareil était prêt, les délais avaient atteint le terme où l'expérimentateur, affaibli par l'âge, avait cessé de l'être lui-

même. On sait que ce fut Foucault qui fit le premier cette belle expérience, avec des moyens un peu différents, pendant que MM. Fizeau et Breguet entreprenaient, avec un plein succès, de la réaliser par l'appareil primitif d'Arago habilement perfectionné.

M. Hirn expose ses expériences multiples avec divers appareils, sur la résistance des gaz, en faisant varier leur température ou leur densité. Il résulte nettement de ces belles expériences que cette résistance n'est pas une fonction immédiate de la température; loin de là, elle conserve sensiblement la même valeur lorsqu'on fait varier cet élément en conservant la même densité.

L'auteur termine son mémoire par des considérations sur le rôle qu'on a fait jouer à l'hypothèse cinétique pour ramener tous les phénomènes de la nature à des atomes en mouvement. Sur ce point, il s'était déjà prononcé avec la plus entière netteté dans ses publications antérieures.

Physiologie — M. *H.-Milne Edwards* est d'avis de ne pas pratiquer souvent l'hypnotisation, ou d'autres actions analogues sur les femmes hystériques; il s'appuie sur des faits observés chez les animaux. Sur six poules qui, à des intervalles de deux ou trois jours, furent soumises à l'hypnotisation, une commençait à boiter après trois semaines environ; bientôt, une hémiplégie se déclara et l'animal mourut. Il en fut de même des cinq autres poules. Toutes furent atteintes d'hémiplégie, les unes après les autres, bien qu'après des espaces de temps différents. En trois mois, toutes les poules étaient mortes. Cette expérience doit rendre très circonspects, lorsqu'il s'agit d'appliquer l'hypnotisme à l'espèce humaine.

— M. *J.-M. Charcot* décrit les divers états nerveux déterminés par l'hypnotisation chez les hystériques qui sont au nombre de trois : 1° l'état cataleptique; 2° l'état léthargique; 3° l'état somnambulique.

L'état cataleptique peut se manifester primitivement sous l'influence d'un bruit intense, d'une lumière vive placée sous le regard, en conséquence de la fixation prolongée des yeux sur un objet quelconque. Il se développe consécutivement à l'état léthargique, lorsque les yeux, clos jusque-là, sont mis à découvert par l'élévation des paupières.

La persistance fréquente de l'activité sensorielle permet souvent d'impressionner le sujet cataleptique par suggestion et de susciter chez lui des impulsions automatiques variées.

L'état léthargique se développe chez un sujet cataleptisé, lorsqu'on détermine chez lui l'occlusion des deux yeux, ou lorsqu'on le place dans l'obscurité. Il peut se manifester primitivement sous l'influence de la fixation du regard.

Dans cet état, les yeux sont clos, les globes oculaires convulsés. Le corps est affaissé, les membres sont flasques et pendants. Les mouvements respiratoires, étudiés à l'aide du pneumographe, se montrent profonds et précipités, d'ailleurs assez réguliers.

Les réflexes tendineux sont toujours remarquablement exaltés. Dans tous les cas, on constate l'existence du phénomène d'hyperexcitabilité neuro-musculaire, et qui consiste dans l'aptitude que présentent les muscles à entrer en contracture sous l'influence d'une excitation mécanique portée sur le tendon, sur le muscle lui-même, ou sur le nerf dont il est tributaire.

Dans l'état léthargique, les tentatives faites pour impressionner le sujet par voie d'intimidation ou de suggestion restent en général sans effet.

L'état somnambulique peut être déterminé directemen par la fixation du regard, ou en conséquence d'une excitation sensorielle faible, répétée et monotone. On le produit chez les individus plongés, soit dans l'état léthargique, soit dans l'état cataleptique, en exerçant sur le vertex une friction légère.

Le sujet, dans cet état, a les yeux clos ou demi-clos. Abandonné à lui-même, il paraît engourdi plutôt qu'endormi. La résolution des membres n'est jamais très prononcée. Les réflexes tendineux sont normaux. L'hyperexcitabilité neuromusculaire, décrite plus haut, n'existe à aucun degré. Par contre, certaines excitations cutanées légères, promenées à la surface d'un membre, développent dans ce membre un état de rigidité qui diffère de la contracture liée à l'hyperexcitabilité neuro-musculaire, en ce qu'elle ne cède point, comme celle-ci, à l'excitation mécanique des muscles antagonistes, tandis qu'elle cède rapidement sous l'influence des excitations cutanées faibles qui l'ont fait naître.

Géologie. — M. *Émile Blanchard* fournit les preuves de l'effondrement d'un continent austral pendant l'âge moderne de la terre qu'il prend dans les conditions des faunes et des flores actuelles. A ces preuves semble s'en ajouter une autre. Que l'on jette les yeux sur les cartes où se trouvent indiquées les profondeurs de la mer, on est frappé de voir que toute la région maritime où sont les terres que nous regardons comme les débris d'un continent est peu profonde. Au delà de cette zone, on rencontre les grandes profondeurs. L'ancienne terre australe est submergée, elle n'est pas engloutie dans les abîmes. Des soulèvements la ramèneront peut-être un jour, en totalité ou en partie, au-dessus des eaux.

En présence de l'accumulation d'ossements de Moas, observée sur d'étroits espaces, on se figure énorme la quantité des oiseaux gigantesques qui ont existé sur les plateaux ou dans les plaines de la Nouvelle-Zélande à une date sans doute peu éloignée. Aussi est-il difficile de croire que la destruction totale de ces remarquables créatures ait été accomplie par les Maoris toujours clairsemés sur le littoral de l'île du Sud. Selon certaine probabilité, les événements physiques ont été la cause première de cette destruction. Dispersés sur une vaste terre, les Moas avaient l'existence facile; la terre venant à disparaître sous les eaux, ils durent se réfugier sur les espaces qui demeuraient émergés. Dans ces conditions nouvelles, les Moas auront péri par centaines dans les endroits où ils se pressaient en trop grand nombre. L'extinction de ces oiseaux gigantesques serait une nouvelle preuve de l'effondrement du continent austral.

A l'heure présente, font encore défaut beaucoup de renseignements sur les flores des petits archipels et surtout des informations précises touchant les faunes entomologiques de toutes les petites îles où nous voyons les débris d'un continent.

— M. *Alph. Milne-Edwards,* à la suite de la communication de M. E. Blanchard, présente les observations verbales suivantes :

« Il paraît difficile de croire que les îles Mascareignes, si petites et en apparence si peu favorables à la prospérité de leurs faunes respectives, aient été chacune le berceau primitif de ces espèces si bien caractérisées et si différentes de ce qui existe ailleurs. Il semble plus probable que chacun des cônes volcaniques qui constituent le noyau de ces îles éparses dans le grand Océan préexistait à l'abaissement de terres d'une

étendue considérable et a servi de dernier refuge à la population zoologique de la région circonvoisine, aujourd'hui disparue, qui a cependant, avec la faune néo-zélandaise et celle des autres parties de la région antarctique, des points de ressemblance tels qu'on ne peut hésiter à la classer parmi les faunes australes. Il est donc possible qu'elle se soit étendue davantage au sud, et nous nous trouvons amenés à l'idée d'une grande terre existant jadis dans la partie de l'océan Atlantique occupée aujourd'hui par les immenses bancs de plantes marines que l'on désigne sous le nom vulgaire de *Kelp*.

« L'absence des mammifères dans telle ou telle région n'indique pas forcément que ces terres soient impropres à les faire vivre, mais qu'elles ont été séparées du reste du globe avant l'apparition des mammifères.

« Dans les recherches de zoologie géographique, on doit tenir le plus grand compte des moyens dont les animaux ont pu disposer pour se transporter d'un point sur un autre, et il est telle espèce dont la présence ou l'absence sera plus démonstrative que la présence ou l'absence d'un très grand nombre d'autres espèces. »

M. *E. Blanchard* répond à ces observations verbales de la manière suivante :

« On s'étonne de l'idée d'une comparaison entre les îles Mascareignes et la Nouvelle-Zélande. Dans l'ensemble, les flores et les faunes de ces régions sont presque aussi dissemblables qu'il est possible de l'imaginer. S'il existait également des ocydromes sur ces terres éloignées, c'est un point d'analogie, comme on en voit des exemples par centaines et par milliers, certains genres se trouvant représentés, dans des régions du monde d'un caractère général tout différent, par des espèces plus ou moins voisines. »

— M. *Alph. Cossa* raconte que tout près des fumerolles du cratère de l'île Vulcano (Lipari), on trouve des concrétions stalactitiformes qui cimentent une espèce de tuf composé de menus fragments de trachytes et de laves décomposés. Ces concrétions ont une couleur grisâtre, et sont parsemées de veinules de soufre sélénié, de sulfure d'arsenic et saupoudrées d'efflorescences de chlorure de fer et d'ammonium.

Dans les concrétions de Vulcano, la hiératite se trouve associée aux minéraux suivants : soufre sélénié, réalgar, mirablite, glaubérite, acide borique, aluns de potassium, de cœsium et de rubidium, et à des combinaisons, solubles dans l'eau, d'arsenic, de fer, de thallium, de zinc, d'étain, de bismuth, de plomb et de cuivre.

ZOOLOGIE. — M. *A.-F. Marion* étudie les actiniaires atlantiques des dragages de l'aviso *le Travailleur*.

Ces actiniaires se rapportent à sept espèces, dont six sont nouvelles pour la science; ce sont : *Chitonactis Richardi*, nov. sp. *Gephyra Dohrnii*, v. Koch, *var.* : *vasconica*, *Edwarsia flaccida*, nov. sp., *Edwarsia scabra*, nov. sp., *Edwarsia rigida*, nov. sp., *Palythoa glomerata*, nov. sp., *Palythoa Eupaguri*, nov. sp.

— M. *Cotteau* signale de nouvelles échinides fossiles de l'île de Cuba.

Un fait remarquable et que M. de Loriol a récemment indiqué pour les échinides éocènes d'Égypte et d'autres contrées, c'est la prédominance, à cette époque, des oursins irréguliers. Les échinides fossiles de l'île de Cuba, éocènes et miocènes, obéissent à la même loi de développement, et, sur les seize espèces tertiaires que nous avons décrites, une seule appartient aux échinides réguliers. Ce fait singulier est d'autant plus intéressant à constater, qu'à l'époque actuelle les proportions sont toutes différentes. D'après la liste donnée, en 1874, par M. A. Agassiz, sur deux cent six espèces d'échinides vivants, il y a cent douze échinides réguliers, soit plus de la moitié.

— M. *B. Renault* présente une note sur les astérophyllites.

Les astérophyllites ont été rangés parmi les équisétacées, à cause de la structure de leur tige, dont les faisceaux vasculaires, assez grêles, sont disposés de chaque côté de lacunes plus internes et s'anastomosent avec ceux de l'entre-nœud suivant, à la manière de ceux des prêles, à cause également de l'organisation de l'écorce creusée de lacunes qui alternent avec les premières, et de la disposition en verticilles des rameaux et des feuilles.

Mais l'étude des épis fossiles, composés de verticilles stériles et de verticilles fertiles, portant des microsporanges au sommet et des macrosporanges à la base, force d'élargir le cadre de cette classe et d'y établir deux sections analogues à celles qui sont admises dans la classification des lycopodiacées vivantes, c'est-à-dire de reconnaître l'existence dans le passé d'*équisétacées hétérosporées* et d'*équisétacées isosporées*.

Ces deux sections ont eu un certain nombre de genres remarquables, dont un seul, le genre *Equisetum*, comme l'on [illegible]

— M. *A.-Michel Lévy* énumère les espèces de sphérolithes faisant partie intégrale des roches éruptives.

Il y a d'abord les sphérolithes pétrosiliceux à croix noire, puis les sphérolithes pétrosiliceux à quartz globulaire, et enfin les sphérolithes feldspathiques.

— M. *Bleicher* parle de la découverte du terrain carbonifère marin en haute Alsace.

Dans le courant de l'été 1881, M. Heiné, propriétaire de carrières, communiqua à M. Winckel, manufacturier et amateur zélé de paléontologie, des échantillons de grauwacke avec fossiles marins.

M. Mieg put reconnaître dans cette collection un certain nombre de types de la faune carbonifère marine.

Les fossiles carbonifères marins de Burbach-le-Haut sont engagés au milieu d'une roche grise olivâtre, à cassure bréchoïde, se distinguant de la vraie grauwacke, métamorphique ou non, par la vive effervescence que font certains échantillons de roche avec les acides. Cette effervescence est due à la présence de nombreux fossiles, microscopiques ou non, à test calcaire.

Quelques fossiles sont siliceux ou revêtus d'un enduit ferrugineux ou cireux, qui rappelle par son apparence la pyrosclérite, si abondante, comme produit de décomposition, dans les roches métamorphiques des Vosges. Le fer s'y rencontre aussi sous la forme de rognons irréguliers de limonite.

On peut reconnaître les espèces suivantes : *Orthoceras martinianum* de Kon., *Cyrtoceras rugosum* de Kon., *Euomphalus helicoïdes* de Kon., *E. serpula ?* de Kon., *E. acutus ?* de Kon., *E. catilloïdes* Phill., *Natica elliptica* Phill., *Buccinum imbricatum* Sow., *Pleurotomaria interstrialis* de Kon., *Pl. concentrica* Phill., *Eulima* vois. de *Philipsiana* de Kon., *Conocardium alæforme* Sow., *C. armatum* Phill., *Avicula simplex* de Kon., *A. radiata ?* Phill., *A. hemispherica* Phill., *Isocardia* (*Edmondia*) *unioniformis ?* de Kon., *Productus giganteus* Mart., échantillons nombreux de petite et moyenne taille, *P. cora* d'Orb., *P. striatus ?* Fisch., *Spiriferina indet.*, *Chonetes*, *Spirifer trigonalis* Sow.

A cette liste, il faut ajouter une empreinte d'article de Crinoïde, des Foraminifères nombreux du genre *Endothyra,* des traces de Bryozoaires, des écailles incomplètes et rayons de poissons ganoïdes paléoniscidés, enfin une empreinte unique, que l'on serait tenté de rapporter à une pinnule de fougère.

— M. *Hébert,* en présentant la note précédente de M. Bleicher, l'accompagne des réflexions suivantes :

« Le *culm* est une assise de schistes plus ou moins compacts, souvent désignés sous le nom de *grauwacke,* et remarquables en général, surtout à Thann (Alsace), par une riche flore terrestre. Cette flore a toujours été considérée comme plus ancienne que celle du véritable terrain houiller, et Schimper, ainsi que beaucoup d'autres géologues, regardait le culm comme l'équivalent du calcaire carbonifère marin. »

Viticulture. — M. *A. Abric* recommande l'emploi du bitume de Judée pour combattre les maladies de la vigne.

— M. *Dumas* rappelle à cette occasion que l'Académie a reçu, par les soins du consul de France à Jérusalem et par l'entremise de notre confrère M. de Lesseps, un petit baril de bitume de Judée recueilli sur les bords de la mer Morte. Son analyse, effectuée au laboratoire de l'École centrale, fera ... et justifiera, dans une certaine mesure, la confiance que les habitants de la Palestine témoignaient pour son emploi comme insecticide.

Astronomie. — M. *G. Bigourdan :* Observation des planètes [221] Palisa et [222] Palisa, faites à l'Observatoire de Paris.

— M. *Ch. André* étudie le compagnon de l'étoile γ d'Andromède et un nouveau mode de réglage d'un équatorial.

« Excepté l'orientation de cet instrument, qui est une opération astronomique, toutes les autres conditions à remplir sont d'ordre purement physique et peuvent être réalisées par les procédés qu'emploient d'ordinaires les physiciens.

« Ces conditions sont les suivantes :

« L'axe horaire doit être perpendiculaire à l'axe de déclinaison, et le cercle horaire marquer 0 h. lorsque ce dernier est horizontal.

« L'axe horaire doit faire avec l'horizon un angle égal à la latitude du lieu et le cercle de déclinaison marquer 0° lorsque l'axe optique de la lunette est parallèle à l'axe horaire. »

— M. *E. Renou* signale les anomalies de la pression atmosphérique en janvier et février 1882.

Le ciel est resté couvert, sans la moindre éclaircie, du 11 au 26 janvier, pendant plus de quinze jours, fait dont on ne connaît pas d'exemple aux environs de Paris.

Les jours clairs ont été chauds; les jours couverts, froids; ce qui est le contraire de ce qui a lieu très habituellement en hiver.

Aucune pluie n'est tombée depuis le 9 janvier; le pluviomètre n'a reçu un peu d'eau que des brouillards et du givre.

Enfin la Marne et la Seine, très basses, sont extraordinairement claires. Ce fait, en plein hiver, est sans exemple dans des rivières non couvertes de glace. La transparence de la Seine et de la Marne est de $3^m,50$ environ, ce qui est à peu près le maximum; mais une telle clarté de l'eau, quand elle a lieu, ne se présente ordinairement qu'en septembre.

Dans cet intervalle du 8 janvier au 7 février, les vents ont presque constamment soufflé de l'intérieur des continents.

Mathématiques. — M. *J. Bertrand :* Sur la loi de déviation du pendule de Foucault.

— M. *Hermite :* Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Sylvester :* Sur les racines des matrices unitaires.

— M. *Laguerre :* Sur la distribution, dans le plan, des racines d'une équation algébrique dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.

— M. *G. Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *H. Poincaré :* Sur les points singuliers des équations différentielles,

— M. *E. Picard :* Sur les formes des intégrales de certaines équations différentielles linéaires.

— M. *Appell :* Sur un cas de réduction des fonctions Θ de deux variables à des fonctions θ d'une variable.

— M. *C. Le Paige :* Sur les formes quadratiques à deux séries de variables.

— M. *D. André :* Sur la divisibilité d'un certain quotient par les puissances d'une certaine factorielle.

CHRONIQUE

Les nouveaux phares de France. — M. Allard, directeur du service central des phares, a pensé que le moment était venu de poursuivre les importantes améliorations que l'emploi de la lumière électrique permettrait de réaliser dans l'éclairage de notre littoral.

Le nombre des caractères est, d'ailleurs, assez considérable pour qu'on puisse différencier tous les grands feux, et il semble qu'il y aurait intérêt à abandonner ceux employés jusqu'ici, les feux fixes ayant une portée notablement moindre que ceux à éclats.

Adoptant pour intensité la moyenne (125 000 becs) entre celles qu'on obtiendrait avec les deux sortes d'appareils optiques proposés : les uns à éclats blancs et rouges, les autres à éclats uniquement blancs, et tenant compte de la fréquence proportionnelle des différents éclats de transparence au-dessous desquels l'atmosphère se maintient pendant différentes fractions de l'année, M. Allard constate que, si l'on substituait l'éclairage électrique à l'éclairage à l'huile dans les quarante-deux phares qu'il indique, le résultat que l'on obtiendrait alors satisferait, sur les côtes de la Manche et de l'Océan, à peu près pendant les 10/12 de l'année, aux conditions que le système des phares à l'huile ne remplit que pendant la moitié de l'année.

Dans la Méditerranée, l'amélioration serait encore plus grande. Il n'y aurait plus d'exception que pendant vingt-quatre nuits, soit 1/15 de l'année, c'est-à-dire 7 fois et demie de moins qu'aujourd'hui.

L'organisation d'un système complet d'éclairage électrique sur nos côtes implique l'installation de quarante-six phares électriques. Mais quatre d'entre eux, le phare de Gris-Nez, le phare double de la Hève et celui du Planier, sont déjà ou vont être prochainement éclairés à l'électricité, et laissant de côté quelques retranchements ou additions possibles, c'est en définitive à quarante-deux que se trouverait fixé le nombre des phares dans lesquel le nouvel éclairage devrait être introduit.

La dépense moyenne à faire pour la transformation d'un phare à l'huile en phare électrique est évaluée à 125 000 francs, ce qui, pour les quarante-deux phares appelés à recevoir cet éclairage en sus de ceux qui l'ont déjà, donnerait un total de 5 250 000 francs; mais, en réalité, il conviendrait de prévoir une dépense de 7 000 000 de francs.

On peut fixer provisoirement à vingt le nombre de phares électriques auxquels il serait utile d'adjoindre des trompettes à vapeur, et l'installation de chacun de ces signaux sonores coûterait 50 000 francs. La dépense totale sur laquelle il faut compter pour doter les côtes de France d'un système complet d'éclairage électrique et de signaux sonores se trouverait donc être ainsi portée à 8 000 000 de francs.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS. — Impr. C. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [167]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BRÉGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 9 4 MARS 1882

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

La réforme dans l'enseignement des sciences naturelles.

Malgré les récents et si remarquables progrès accomplis dans les sciences naturelles, l'on doit avouer qu'en France, pendant une période très longue, l'étude de ces sciences a été considérée par la plupart des savants comme d'une importance très médiocre. Leur introduction dans l'enseignement était tacitement traitée d'inutile ou même de nuisible, et cette opinion est encore celle de beaucoup d'universitaires.

Aussi lorsqu'il s'est agi d'organiser les études secondaires des lycées et de régler le passage de cet enseignement à l'enseignement supérieur, les sciences naturelles ont-elles été complètement sacrifiées. Elles ne figuraient pas dans le programme du baccalauréat ès lettres. Aujourd'hui encore, on ne demande les éléments d'aucune science naturelle ni au baccalauréat ès sciences complet, ni à l'entrée des écoles spéciales du gouvernement. Cependant, comme pour montrer mieux encore le mépris qu'on avait pour ces sciences, on les avait ajoutées au programme du baccalauréat *restreint*.

Quant au plan d'études des lycées, c'est à peine si quelques énoncés avaient été conservés pour la forme dans la classe de seconde. Un programme comprenant la physiologie (avant toute notion de chimie), la zoologie, la botanique et la géologie figurait, il est vrai, parmi les documents officiels; mais il n'y avait pas ordinairement de professeurs pour l'enseigner; on ne pouvait pas, d'ailleurs, être professeur titulaire de sciences naturelles, et l'agrégation pour cet ordre scientifique n'existait que sur le papier.

Ces cours, réduits à moins d'un semestre, sans aucune sanction, étaient faits, en général, par le professeur de physique ou de mathématiques; ce professeur ne traitait d'ailleurs, le plus souvent, que des fonctions générales de l'homme, ajoutant quelques mots sur la classification des animaux, supprimant ordinairement (et pour cause) toute la botanique et toute la géologie. Il faut ajouter que dans presque tous les lycées et collèges ce cours se faisait avec un morceau de craie et un tableau noir; aucun objet ou dessin n'était montré aux élèves, et quand ces objets ou ces dessins existaient au lycée, c'est au-dessus d'armoires oubliées qu'on aurait pu les trouver recouverts d'une épaisse couche de poussière, et c'est encore là, sur ces mêmes armoires et sous cette même poussière, que leurs débris se trouvent aujourd'hui dans la plupart des lycées.

Il ne faudrait pas croire que dans le plus grand nombre des cas l'inspection de cet enseignement était faite par un savant naturaliste. Il fut une période où les mathématiciens en étaient chargés.

« Comment! Vous enseignez les sciences naturelles! Mais cela ne s'apprend pas; dites à vos élèves, lorsqu'ils se promèneront, de lire dans le livre de la nature; voilà comment ils s'instruiront de ces choses, et ne perdez pas le temps des classes pour un semblable enseignement. » Tels étaient, m'a dit un de nos maîtres de la Sorbonne, les encouragements qui étaient donnés au milieu d'une classe par l'un de ces savants chargés de l'inspection.

On pourrait cependant se demander comment on a pu réussir à éteindre ainsi tout un enseignement qui a eu sa période brillante, au temps de l'apparition des livres classiques de Jussieu, de Milne-Edwards et de Beudant; comment on n'avait jamais songé à rétablir, sous le ministère Duruy par exemple, des études qui sont si développées à l'étranger, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche, en Suède.

C'est que la cause de l'abaissement d'un tel enseignement n'était pas seulement cette sorte de discrédit dans lequel étaient tombées les sciences naturelles. Certains esprits

étroits considéraient ces études, ainsi que celle de l'astronomie, comme éminemment subversives. La comparaison des races humaines, l'histoire des périodes successives du globe, la description détaillée des astres et d'autres questions encore leur semblaient dangereuses à tous égards.

D'autre part, l'administration des lycées se montrait généralement hostile à ces études. Pourquoi? Le croirait-on? à cause de l'attrait même de ces sciences. « Voilà un enseignement qu'il faut combattre, ont dit bien des proviseurs, il intéresse trop les élèves, et si on leur apprend la zoologie, la botanique, la géologie, ils négligeront le travail utile et sérieux pour s'occuper de ces futilités. » Un directeur a donné pour la suppression de ces études une autre raison aussi originale : c'est qu'on pourrait rétablir les sciences naturelles au baccalauréat s'il n'y avait pas de naturalistes!

Aussi, c'est par une sorte de coalition silencieuse qu'a été maintenu l'étouffement des sciences naturelles et des études astronomiques. Pour ces dernières, c'est à peine si on a laissé subsister un programme sous le nom de cosmographie, d'où l'astronomie physique est presque entièrement bannie, et qui se réduit à des définitions et à des formules. Quant aux appareils servant à montrer les mouvements des astres, à expliquer la distribution des jours et des nuits, ils ont été rejoindre les objets dont nous avons parlé tout à l'heure.

C'est ainsi que les quelques tentatives faites en sens contraire ont toujours été, sans peine, réprimées. Une section spéciale avait été créée à l'École normale supérieure, en 1850; on l'a en apparence réunie à celle de physique, et en réalité, supprimée. Des programmes détaillés et soigneusement faits de botanique, de zoologie, de physiologie, de géologie, échelonnés en plusieurs années, ont été rédigés pour l'enseignement secondaire spécial. Ils n'ont pas été suivis, ou ils ont été traités d'une manière dérisoire. Un concours pour l'agrégation des sciences naturelles avait été organisé par M. Duruy; il n'a jamais été ouvert; les programmes en étaient parfois publiés au *Journal officiel*, et quand un candidat venait pour s'inscrire, on lui disait au ministère qu'il fallait au moins trois candidats; les candidats revenaient au nombre de trois; alors on était bien obligé de leur avouer que le concours n'était qu'une fiction.

Par ce rapide coup d'œil en arrière, nous venons de voir dans quel état déplorable était l'enseignement des sciences naturelles, et l'on a pu comprendre quelles difficultés de tous les genres durent se présenter lorsqu'on a voulu le relever et lui redonner sa place dans l'éducation nationale.

Une première réforme partielle a été tentée, au moment de la scission du baccalauréat. On a transporté les programmes de seconde en philosophie, et l'on a demandé les sciences naturelles au baccalauréat ès lettres. C'est ce qui a fait dire à un universitaire allemand chargé de faire un rapport sur l'enseignement secondaire en France : « Les Français considèrent les sciences naturelles comme des lettres, on les exige pour le baccalauréat littéraire, et elles ne sont pas comprises dans le programme du baccalauréat scientifique. »

Toutefois, une sanction était créée à ces études. Les professeurs des facultés interrogeaient désormais les candidats sur les sciences naturelles. Mais, en général, les candidats ne les savaient pas, car on les leur avait à peine apprises. En effet, la réforme ne touchait pas au personnel; on ne pouvait pas plus qu'autrefois nommer des professeurs titulaires; ainsi qu'auparavant, ces choses étaient considérées comme accessoires. Dans quelques lycées, on appelait cependant des professeurs spéciaux pour enseigner les sciences naturelles; mais, suivant le mot d'un physiologiste connu, on les considérait au même titre que les professeurs de gymnastique ou d'escrime.

C'est en rédigeant le nouveau plan d'études du 2 août 1880, que le Conseil supérieur de l'instruction publique a enfin rétabli (toujours dans les classes de lettres bien entendu) un enseignement gradué et plus complet des sciences naturelles. D'ailleurs, le ministère n'a rien négligé pour encourager ces études; la réforme des programmes a été accompagnée de l'organisation d'un matériel nouveau et d'un mode de recrutement effectif de professeurs agrégés. C'est bien, cette fois, un changement réel qui est en train de s'accomplir, et nous allons voir, en l'étudiant de près, quelles difficultés rencontre sa réalisation. Nous insisterons particulièrement sur ce rétablissement des sciences naturelles dans l'enseignement des lycées, car c'est là, pour ainsi dire, la base de tous les autres changements qui se produisent ou se produiront à ce sujet dans l'enseignement supérieur.

Nous allons donc examiner successivement le nouveau plan d'études et les programmes, la méthode d'enseignement, puis nous verrons comment on pourra recruter le nouveau personnel enseignant, et quels sont les concours qui ont été créés dans ce but. Enfin, nous dirons de quelle manière s'opère la transition entre les anciens programmes et les nouveaux, quels ont été les obstacles à la mise en pratique immédiate des programmes récents, et comment ils vont être surmontés.

I.

LE PLAN D'ÉTUDES ET LES PROGRAMMES.

D'après le nouveau plan d'études, les sciences naturelles sont enseignées à trois degrés et à différents points de vue dans la division élémentaire, dans la division de grammaire et dans la division supérieure des classes de lettres.

1° *Division élémentaire.* — Dans la classe préparatoire, deux heures par semaine sont consacrées à l'étude dite des « leçons de choses », qui comprend déjà certaines notions premières : mines et extractions des minerais, la glace et les glaciers, etc.; d'ailleurs, il ne faut pas se tromper sur ce mot de « leçons de choses » si à la mode aujourd'hui dans l'enseignement primaire et si critiqué dans l'enseignement secondaire élémentaire. Les énoncés du programme de la classe préparatoire jurent le plus souvent avec toute application des leçons de choses telles que les comprennent les instituteurs.

En effet, après avoir énuméré les lacs, les canaux, l'eau

de mer, les glaces flottantes, la neige, le vent, les orages, la chaleur solaire et les saisons, le programme dit : dessins, modèles et échantillons que l'enfant pourra manier. Comment manier un lac ? Comment faire passer dans la classe un échantillon d'orage ? La chaleur solaire, les saisons, les canaux ne sont pas des *choses* à la manière dont on les entend dans l'enseignement primaire. Les auteurs de ce programme en ont donc presque éludé le titre et ils ont voulu simplement que par des lectures, des récits et des questions adressées par le professeur, quelques notions utiles soient précisées dans l'esprit des enfants. Ainsi compris, et bien enseigné, ce cours préparatoire peut donner déjà des résultats importants ; rattaché aux premières notions géographiques exposées dans la même classe, il les rendra moins arides et moins théoriques.

C'est dans les classes suivantes, en huitième et en septième, que les élèves apprennent les premiers éléments de zoologie, de botanique et de géologie. En huitième, quatre heures par semaine sont consacrées aux premières notions d'histoire naturelle des animaux et des végétaux ; en septième, deux heures par semaine aux éléments d'histoire naturelle des pierres et des terrains. C'est là une distribution des études calquée sur celle adoptée déjà depuis plusieurs années par l'École alsacienne et analogue à la distribution des études dans beaucoup d'écoles allemandes.

Il ne faut pas s'effrayer d'ailleurs et croire qu'on va encombrer la mémoire des enfants de tous les noms barbares donnés par les savants à l'infinie multiplicité des animaux, des plantes ou des minéraux. Interprétés de la sorte, les nouveaux programmes seraient plus nuisibles qu'avantageux. On ne va pas non plus parler de physiologie à des enfants de huit ou neuf ans qui n'en pourraient comprendre un seul mot.

Le but qu'on s'est proposé est à la fois plus modeste et plus élevé. Il s'agit, en prenant pour sujets d'études les animaux les plus connus, les plantes les plus vulgaires ou les pierres les plus utiles, de développer chez l'enfant l'esprit d'observation ; on veut qu'il apprenne à comparer les objets, à voir en quoi ils se ressemblent et en quoi ils diffèrent, on veut éveiller en lui la curiosité scientifique, en même temps que lui apprendre à tirer parti de ses découvertes et à savoir les raisonner. En sachant guider ces jeunes intelligences, en limitant les digressions trop longues ou trop nombreuses, un maître habile peut faire ainsi de charmantes leçons par interrogations successives, qui ne feront pas regretter l'étude de l'*Epitome historiæ sacræ*.

Dans leur ensemble, les programmes de la division élémentaire sont très bien compris et ce ne sont que des remarques de détails qu'on y pourrait faire, car leurs divers auteurs, ne s'étant pas concertés, ont parfois donné lieu à des contradictions ou à des doubles emplois. Mais la méthode est tout et le détail des énoncés n'est rien.

Ajoutons qu'en septième, deux heures sont consacrées à l'étude des premiers éléments des sciences expérimentales (air, eau, balance, thermomètre, etc.); ce cours vient souvent en aide à l'enseignement du programme des pierres et terrains.

2° *Division de grammaire.* — Les élèves ont donc appris à faire quelques observations ou quelques expériences des plus simples, ils ont appris à savoir en tirer parti ; c'est maintenant dans les classes de la division de grammaire qu'ils vont passer en revue d'une manière plus scientifique les éléments des sciences naturelles.

En sixième, les sciences physiques sont représentées par des notions élémentaires de physique et de chimie ; ces programmes ne sont pas placés là au hasard, et dans le plan d'études on a tenu compte des études de zoologie, de botanique et de géologie qui doivent être faites dans les classes suivantes. Comment, sans ces notions, pourrait-on parler, même d'une manière très élémentaire, de la respiration, de la composition des roches, des échanges entre l'air et la plante, des principaux phénomènes actuels en géologie ?

Cette introduction d'un premier aperçu des sciences physiques au début de la division élémentaire est pourtant l'objet d'amères critiques de la part d'un certain nombre de professeurs.

« En enseignant d'aussi bonne heure la physique et la chimie, ont-ils dit, vous tuez la curiosité des élèves ; quand ils arrivent dans nos classes de la division supérieure, rien ne les intéresse plus et ils ne nous suivent pas. » Ce sont là des raisons qui montrent que ces professeurs de physique ne veulent pas changer leurs programmes ou que ceux qui sont chargés du cours de sixième, ne comprenant pas l'esprit du plan d'études, font à leurs jeunes élèves un cours trop élevé. D'ailleurs, dans les classes supérieures il ne s'agit plus simplement de satisfaire la curiosité des élèves, mais bien de leur apprendre, en réalité, les sciences physiques.

C'est en cinquième et en quatrième que sont développés les éléments de zoologie, de botanique et de géologie.

Le programme de zoologie (cinquième, une heure par semaine) comprend l'exposé des différents groupes d'animaux au point de vue de leur organisation comparée et non pas au point de vue de la simple classification. On ne se propose pas d'apprendre aux élèves à savoir ranger dans divers tiroirs les êtres de la nature, à piquer des insectes pour les étiqueter; ce sont là des distractions qui leur seront utiles dans leurs vacances ou aux jours de congé ; mais ce n'est pas une étude sérieuse.

Dans son ensemble, le programme de zoologie est bien compris, quoiqu'il ne soit pas d'une rédaction soignée. Il indique l'étude sommaire des principaux appareils et de leurs fonctions, puis passe en revue les types d'organisation et les adaptations les plus intéressantes des vertébrés, des articulés, des mollusques, des vers, des rayonnés et des protozoaires. Il est fâcheux que ses auteurs l'aient écrit assez rapidement pour y laisser un certain nombre d'erreurs de détails. Nous ne citerons que la plus choquante :

« Escargot (anatomie sommaire : poumon, coquille, opercule). »

Les professeurs seront bien embarrassés pour répondre à un inspecteur qui, le programme à la main, demandera au meilleur élève de la classe comment est fait l'opercule du colimaçon, qui, tout le monde le sait, a précisément une co-

quille sans opercule ! Mais le détail importe peu, on sait que les programmes ne sont pas faits, heureusement, pour être suivis à la lettre.

En quatrième, la géologie est étudiée pendant une heure par semaine jusqu'à la fin de février. A partir de mars, la botanique est enseignée pendant le même temps.

Le programme de géologie de la classe de quatrième est le mieux rédigé de tous ceux d'histoire naturelle. Il se divise en deux parties bien distinctes : la première comprend les phénomènes actuels traités par l'observation et par l'expérience, car les considérations purement hypothétiques, comme celles du feu central ou de l'origine des volcans, sont avec soin éliminées.

La seconde partie du programme de géologie comprend des notions sur les principales roches, les principaux terrains et les principales périodes géologiques. L'étude des roches, assez aride en elle-même, n'a pas besoin d'être longuement développée ; elle est d'ailleurs facilitée par le programme de septième (pierres et terrains), qui énumère déjà les plus importantes. Viennent ensuite de courts énoncés signalant les roches et les fossiles les plus remarquables des terrains primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire. Pourquoi l'auteur du programme a-t-il ajouté terrains primaire *et de transition,* au lieu de terrains primaires? Il est difficile de répondre à cette question. Enfin, le dernier alinéa est très important pour les études géographiques ; il mériterait, à ce point de vue, un développement tout spécial. Citons-en le texte :

« Étude de la carte géologique de France dans ses traits principaux. — Histoire de la formation du sol de la France. »

Or c'est précisément dans la classe de quatrième que se trouve le programme de géographie physique de la France ; il serait à souhaiter qu'une entente s'établit au sujet de ces deux programmes entre le professeur de géographie et le professeur de sciences naturelles. L'étude de la formation du sol de la France, intelligemment faite, servirait aussi à dissiper certaines erreurs répandues chez la plupart des géographes par des livres de vulgarisation aussi luxueux qu'inexacts.

A partir de mars, comme nous l'avons dit, la botanique remplace la géologie. Le programme de botanique est, en principe, analogue à celui de zoologie ; il ne s'agit pas d'étudier seulement la classification des plantes, car on y lit les lignes suivantes :

« Sans approfondir les questions de physiologie végétale, le professeur devra cependant traiter d'une façon sommaire les fonctions des diverses parties des plantes. »

C'est donc aussi en passant en revue un certain nombre de types, choisis parmi les plus intéressants dans les divers groupes de végétaux, qu'on devra montrer aux élèves le rôle des divers organes, les différents degrés du perfectionnement de la structure chez les végétaux.

Le programme lui-même est suivi d'une liste de familles disposées suivant une classification inusitée ; on dirait qu'une épreuve couverte de fautes d'impression a été insérée par erreur au milieu des programmes officiels. C'est ainsi qu'on y voit, classées parmi les plantes dialypétales, les Polygonées, Urticées, Amentacées, Conifères, qui ne renferment que des plantes à fleurs sans pétales. On s'expose encore à faire demander aux élèves si les fleurs du sapin ou du pin ont une corolle à pétales séparés ou non, alors que ces arbres ont des fleurs sans corolle.

D'ailleurs, il vaut mieux citer quelques alinéas de cette liste assez fantaisiste pour montrer dans quel esprit elle est comprise. Elle débute ainsi :

« Apocynées. — Poisons redoutables dans la tribu des Strychnées. » (Cette famille n'est pas demandée à la licence ès sciences naturelles.)

« Convolvulacées. — Racines ordinairement purgatives. » C'est à ce point de vue purgatif qu'on devrait donc étudier le liseron, le volubilis, la cuscute. D'ailleurs cette préoccupation de rechercher les plantes purgatives revient sept fois.

Citons, plus loin, d'autres extraits :

« Primulacées. — L'anagallis passe pour vénéneux, ainsi que la nummulaire ; l'oreille-d'ours des Alpes et la primevère à grandes fleurs sont ornementales.

« Rutacées. — Plantes odorantes ; telle est l'abondance de la vapeur d'huile essentielle exhalée par la fraxinelle, qu'elle peut être enflammée par une allumette approchée des fleurs.

« Lycopodiacées. — Les spores servent à produire les flammes sur les théâtres. »

Il n'y a pas d'autre indication sur chacune de ces familles.

Quelle étrange botanique ! D'autres alinéas sont singulièrement rédigés :

« Ombellifères. — ... ; la petite (souvent spontanée dans nos jardins) et la grande ciguë.

« Cucurbitacées. — Doux aliments (potiron, melon, concombre), ou dangereux purgatifs (bryone, coloquinte, élatérie). »

Ces extraits suffisent pour montrer quelles sortes de renseignements on trouvera dans cette liste annexée au programme et quel compte on en devra tenir.

En somme, en la laissant de côté et en faisant les quelques légères corrections qui s'imposent dans le programme de zoologie, on aura pu développer pendant un temps suffisant les éléments de l'histoire naturelle, sans trop entrer dans les détails techniques de la classification et en insistant sur les points les plus intéressants.

Division supérieure.—Au début de cette division se trouve une lacune dans l'étude des sciences naturelles ; elles ne figurent pas dans les programmes des classes de troisième, de seconde et de rhétorique. Ce n'est qu'après une interruption de trois ans qu'on les retrouve en philosophie.

Plusieurs critiques ont été faites au sujet de cette disposition ; on a dit surtout que les études d'histoire naturelle étant interrompues, les élèves auront le temps d'oublier en trois ans tout ce qu'on leur aura appris dans la division de grammaire. En se plaçant à ce point de vue, que dirait-on alors de l'interruption des études chimiques d'après l'ordre du plan

d'études, puisqu'on n'enseigne la chimie qu'en sixième et en philosophie?

Il faut reconnaître que si on voulait établir une continuité parfaite pour les différentes branches de l'enseignement, on aurait à apprendre chaque année une telle diversité de sujets que rien n'en resterait dans l'esprit.

Les études d'histoire naturelle dans la division de grammaire auront trop intéressé les élèves pour qu'ils les oublient si facilement. Beaucoup d'entre eux, si le cours leur a été bien fait, auront retrouvé dans les promenades des vacances les principaux types d'organismes qu'on leur a décrits, la disposition des couches de terrains ou les phénomènes actuels. D'ailleurs, on les aura familiarisés avec un grand nombre de termes, on aura développé déjà leur esprit d'observation en faisant passer devant eux, en décrivant, en comparant de nombreuses formes, et cette étude préalable aura suffisamment préparé le cours de philosophie.

Dans les programmes de cette classe où doit être donné l'enseignement le plus élevé des sciences naturelles, on a supprimé complètement la géologie, de telle sorte que cette science aura, pour ainsi dire, disparu du programme du baccalauréat. Sans rechercher si c'est là une suppression voulue ou un oubli, examinons rapidement les programmes intitulés : anatomie et physiologie animales; anatomie et physiologie végétales.

Le premier est très développé, trop peut-être, suivant l'opinion de beaucoup de zoologistes. S'il était traité avec tous les développements que comportent les indications qu'il renferme, il serait beaucoup plus étendu que celui de la licence ès sciences naturelles. Mais dans la pratique, on voit très bien, en jetant les yeux sur ce programme, que le professeur traitera surtout et presque exclusivement de l'anatomie et de la physiologie de l'homme. C'est ce qu'il aura de mieux à faire, le temps lui manquerait pour agir autrement. Il ne dispose que de deux heures et demie par semaine pendant un semestre, et encore, d'après les premières lignes du programme de philosophie, doit-il faire une revision des programmes antérieurs.

La première page tout entière du programme de zoologie est consacrée à des généralités qu'il sera bien difficile de traiter au début, alors que les exemples à citer aux élèves ne leur seront pas familiers. Avant d'avoir parlé de l'anatomie comparée, du développement, de la classification, la première ligne de cette première page est vraiment bien difficile à développer. Elle est ainsi conçue :

« L'individu : problème de l'espèce. »

On voit tout de suite qu'on sera tenté de donner à l'étude de l'anatomie et de la physiologie animales une tournure extrêmement philosophique, et que les faits d'observation rigoureuse, les expériences positives courront grand danger d'être un peu laissés de côté.

La rédaction de ces généralités est, assez souvent, aussi étrange que celle du programme de cinquième. Quelques remarques à ce sujet. Pourquoi a-t-on rangé les cœlentérés dans les types « bien définis » et les échinodermes dans les types « moins bien définis »? Cela ne se comprend pas très bien. Que viennent faire ici les microbes? Leur enveloppe de cellulose, la formation aujourd'hui connue de leurs spores, leur mode d'accroissement les rangent bien nettement parmi les végétaux. Et les lignes suivantes, les professeurs comprendront-ils tous ce qu'elles veulent dire?

« Instincts indépendants de la forme des organes. »

« Mort, décomposition cadavérique; reviviscence. »

Mais laissons ces détails; cette première partie, un peu résumée et traitée à la fin du cours, peut présenter pour les élèves un grand intérêt.

L'étude spéciale de l'homme, qui forme évidemment la portion la plus importante du programme, est indiquée ensuite avec de grands détails. Nous n'insisterons pas sur ces énoncés; on peut remarquer toutefois que l'auteur ne s'est pas entendu avec celui du programme de physique, car il a inséré dans la physiologie des questions portées déjà en physique, telles que : « Limites des sons perceptibles; intervalles musicaux; stéréoscope, pseudoscope. »

Après un chapitre particulier portant comme titre, en vedette : fonctions des centres nerveux cérébro-spinaux, le programme d'anatomie et de physiologie animale se termine par un alinéa qui pourrait être perfide. Il est ainsi conçu :

« Notions d'anatomie et de physiologie comparée des animaux autres que les mammifères, en prenant un exemple dans chaque classe pour les vertébrés et dans chaque type pour les invertébrés. »

Combien de professeurs de faculté pourront profiter de cet alinéa pour demander aux candidats toutes les questions d'anatomie ou de physiologie comparée? Comment le professeur qui aura développé toutes les généralités dont nous avons parlé, toutes les fonctions de l'homme et son anatomie avec les détails indiqués, trouvera-t-il le temps, en un semestre, d'y joindre toute l'anatomie et la physiologie comparée des animaux? Le plus probable (ce qu'il y aura de mieux à faire peut-être), c'est qu'il reprendra le vieux système autrefois classique, malgré tous ses inconvénients. Après chaque fonction de l'homme, il traitera de cette fonction dans la série animale. Quant aux généralités, il les résumera et les placera à la fin; elles pourraient lui servir à établir une sorte de transition entre cette étude et celle des végétaux.

Le programme d'anatomie et de physiologie végétale a été certainement conçu dans un esprit tout différent. On s'aperçoit, du reste, qu'il a dû être tronqué. Les auteurs de ce programme l'ont sans doute présenté avec de grands développements, et il n'en est resté que des fragments mutilés. Les études anatomiques, d'après le programme de zoologie, ont simplement pour but d'éclairer les études physiologiques qui forment le sujet principal de l'enseignement; elles donnent, pour ainsi dire, le plan topographique des organismes dans lesquels les phénomènes se produisent. Ici, pour la botanique, il n'en est plus de même; le chapitre consacré à l'anatomie des plantes est placé complètement à part, et l'étude des tissus végétaux y apparaît dans sa désolante aridité.

A ces deux chapitres, anatomie, physiologie, vient s'en ajouter un troisième dont le titre est imprimé sur le programme officiel en caractères de même valeur. Il vaut mieux le reproduire en entier, car il n'est pas long :

« *Morphologie générale.* — Origine des parties de la fleur; métamorphose ascendante et descendante; loi de symétrie florale. »

On doit se demander ce que cela peut bien vouloir dire? Par morphologie générale, on a toujours entendu, jusqu'ici, l'étude des formes et du développement chez les êtres organisés. C'est ainsi que *physiologie générale* veut dire : étude des phénomènes communs aux animaux et aux végétaux. Les trois phrases qui forment le développement du chapitre n'en éclairent pas beaucoup la signification; il semblerait en résulter que la morphologie générale, c'est l'étude de la fleur. Bien évidemment ce chapitre est le vestige de quelque chose dont l'indication a été singulièrement écourtée.

Quant à la partie physiologique du programme de botanique, elle est plus étendue; mais il semble que pour l'enseignement secondaire on aborde des questions qui sont bien loin d'être résolues, telles que :

«Formation de substances organiques et *organisées* à l'aide de substances inorganiques. »

« Conditions accessoires de la germination (électricité, alcali végétal, acides, chlore, ozone, etc.). »

On a bien lu, il y a bien alcali végétal au singulier, acides au pluriel, il y a bien ozone.

Quelques inadvertances frappent encore les yeux à la lecture de ce programme : les vaisseaux sont indiqués parmi les *éléments* anatomiques au même titre que les cellules, le mode d'accroissement des tiges et des racines a été placé par erreur dans la physiologie au lieu d'être mis dans l'anatomie. Tout cela est un peu fait pour troubler le professeur chargé de donner l'enseignement nouveau, surtout pendant ces premières années, où tout lui fait défaut.

En somme, quoi qu'il en soit du détail des programmes, on ne saurait contester les réels progrès accomplis, la succession logique des indications générales du plan nouveau. Il y a là matière à un excellent développement des études secondaires en sciences naturelles, si l'enseignement est donné intelligemment par des professeurs instruits.

Les programmes sont peu de chose, c'est le personnel enseignant qui importe.

Parlons donc maintenant des professeurs chargés des sciences naturelles.

II.

LE PERSONNEL ENSEIGNANT.

Dans la division élémentaire, les premiers éléments d'histoire naturelle doivent être enseignés par le professeur de la classe; dans la division de grammaire et en philosophie, ce sont des professeurs spéciaux qui doivent traiter des sciences naturelles.

Parlons d'abord des maîtres élémentaires; c'est par les classes inférieures que la réforme doit réussir, ce sont les élèves commençant maintenant leurs études qui feront la réelle expérience des nouveaux programmes; c'est donc là le point capital.

Pourquoi ne sont-ce pas des professeurs de sciences qui en enseignent les premiers éléments, même dans les classes élémentaires? On a donné de la détermination prise à cet égard plusieurs raisons excellentes, sans compter l'exemple qu'offrent les meilleures écoles de l'étranger.

Dans ces classes, les enfants considèrent les « grandes personnes » comme possédant la science infinie. En quelle estime auraient-ils donc leur professeur, si à certaines heures, il était remplacé par un autre, chargé de leur parler d'histoire naturelle? Leur professeur ne connaîtrait pas les animaux, les plantes, les pierres? Mais alors dans tous leurs devoirs de français, dans les interrogations de la classe, les élèves ne manqueraient pas d'embarrasser leur maître en leur parlant, à tout propos, des choses que leur aurait apprises le professeur d'histoire naturelle. Et puis, nous l'avons dit, les auteurs du plan d'études ont voulu, avant tout, qu'on développe chez les enfants l'esprit d'observation et le goût premier des études scientifiques, plutôt que leur apprendre la science elle-même; il est nécessaire pour cela que ces premières études soient mêlées aux autres, se lient de mille manières à l'enseignement du français ou de la géographie, par exemple. Il est donc très utile que le même professeur enseigne tout.

Mais quel sera ce professeur? quel est-il aujourd'hui, lorsque la réforme commence à être appliquée?

Au moment où les programmes venaient d'être adoptés, on a résolu qu'ils seraient immédiatement observés, sans attendre la formation du personnel nouveau, qu'exigent des études nouvelles. Et cela, par une bonne raison, c'est que s'il avait fallu attendre pendant six à huit ans que ce personnel se soit produit, les programmes auraient disparu d'ici-là.

On comprend alors en présence de quelles difficultés les recteurs se sont trouvés.

Parmi les maîtres élémentaires des classes de neuvième, de huitième et de septième, les meilleurs étaient presque tous à Paris, à Vanves et à Versailles. On exigeait d'eux la licence ès lettres. La plupart étaient, soit d'anciens maîtres répétiteurs ou surveillants, soit des candidats à l'agrégation de grammaire. Habitués depuis longtemps à faire réciter Lhomond ou à faire traduire l'*Epitome*, que venait-on brusquement leur demander? D'enseigner la zoologie, la botanique, la géologie, les premières notions de physique et de chimie, ces sciences pour lesquelles leurs maîtres littéraires ont toujours professé devant eux le plus profond mépris, ces notions qu'ils ignorent complètement! On conçoit que le changement devait être accueilli sans enthousiasme de la part de ces professeurs.

On se heurtait à une impossibilité absolue, et au mois d'août, avant même l'apparition officielle des programmes, on pouvait déjà se figurer dans quel embarras l'on allait se trouver à la rentrée.

M. le recteur de l'Académie de Paris prit cependant réso-

lument le parti de faire appliquer dès 1880-81 le nouveau plan d'études dans son intégrité, pour la division élémentaire. Il institua même, avant les vacances scolaires, des conférences qui devaient être faites régulièrement aux maîtres élémentaires de Paris, Versailles et Vanves, sur le nouvel enseignement des sciences naturelles et expérimentales.

Les premières de ces conférences montrèrent tout de suite, malgré la présence du recteur et des proviseurs de Paris, combien les maîtres étaient peu sympathiques au nouveau plan d'études, combien aussi toute connaissance des notions scientifiques les plus simples leur faisaient le plus souvent défaut, combien surtout ils se faisaient illusion sur leur savoir.

Cette triple impression fut si forte, que le professeur de l'enseignement supérieur chargé de faire la première conférence fut presque interdit devant la tâche en apparence paradoxale qui lui était demandée.

Les dispositions de l'auditoire n'étaient vraiment pas encourageantes. Un maître élémentaire casse une vitre par mégarde et dit qu'il commence à apprendre les sciences expérimentales. Ce sont des sourires ironiques qui accueillent la lecture des programmes de sciences naturelles, et l'on a pu entendre le mot « niaiseries » prononcé tout haut.

Quant aux connaissances qu'avaient déjà ces professeurs dans les sciences qu'ils allaient enseigner, il suffit de citer quelques questions adressées par eux. L'un, montrant une coquille de pecten et une étoile de mer, demande si l'on aura aussi à parler aux enfants de ces *poissons;* un autre prend un grand crustacé pour une torpille. Divers échantillons de charbons se trouvant sur une table, un maître élémentaire a demandé où était le charbon de bois!

Il n'y avait pas à s'étonner d'ailleurs de cette absence de savoir, puisque jamais on n'avait appris à ces professeurs un seul mot des premiers éléments de ces sciences.

Il n'y avait pas à s'étonner de leur peu de bienveillance au début, puisque tout à coup, on venait changer les habitudes acquises et forcer des membres de l'enseignement, déjà assez âgés pour la plupart, à se remettre, pour ainsi dire, sur les bancs de l'école.

Malgré tout, l'administration ne se découragea pas, on fit tout ce que l'on put pour venir en aide aux maîtres de la division élémentaire. Dès la rentrée, les conférences sur les sciences naturelles et expérimentales furent recommencées à Paris, trois fois par semaine, pendant toute l'année scolaire; des notes prises à ces conférences furent imprimées et distribuées en province par le ministère, à tous les lycées et collèges. Le professeur chargé de ces conférences a aussi dirigé pendant l'année un certain nombre d'excursions géologiques ou botaniques, qui ont été suivies avec beaucoup de zèle par un grand nombre de maîtres.

M. le directeur de l'enseignement secondaire et M. le recteur cherchèrent en outre, par tous les moyens, à rendre possible l'application immédiate des programmes, non seulement en accélérant l'installation première du matériel qui faisait défaut, mais aussi en préparant la création d'un concours spécial, dont les programmes ont été approuvés au commencement de l'année 1881 par le Conseil supérieur de l'instruction publique.

On a créé ainsi une sorte d'agrégation des classes élémentaires, et peu à peu, lorsque les candidats seront plus nombreux, la position de professeur élémentaire deviendra plus stable et portera un titre plus digne de cet enseignement des premières classes, dont l'importance a été jusqu'ici trop mal comprise.

Ce concours comprend, pour les sciences naturelles, une composition écrite et une courte leçon faite avec des objets ou avec des appareils très simples. Il a déjà été ouvert l'année dernière et sept candidats ont été reçus; on conçoit qu'ils ne devaient pas être nombreux; ce n'est pas en une demi-année que les professeurs pouvaient être préparés à cet enseignement nouveau.

Quelques questions posées à ce concours de l'année dernière montreront dans quel esprit les premiers éléments des sciences sont demandés :

« *Composition écrite.* — Décrire la combustion d'une bûche; comparer les produits de la combustion avec ceux de la respiration de l'homme; origine de la chaleur animale. »

« *Sujets de leçons.* — La feuille, sa forme et ses fonctions. — Animaux domestiques de l'ordre des ruminants. — Action destructive des eaux d'une rivière, terrains formés par les cours d'eau. — La balance et les poids, etc. »

Ajoutons qu'au début de cette année scolaire, M. le recteur de Paris a institué de nouvelles conférences en vue de la préparation à cet examen.

Pour les sciences naturelles, ces conférences sont de trois sortes. Dans les unes, on indique aux candidats quels sont les caractères des animaux, des végétaux, des minéraux les plus connus, on leur apprend à faire les expériences les plus simples. Dans d'autres conférences, les objets ou les appareils sont mis à leur disposition, ils doivent déterminer les premiers et savoir se servir des seconds. D'autres conférences enfin sont destinées à l'audition de leçons faites par les candidats sur des sujets donnés; des observations leur sont présentées sur le plan adopté, sur les expériences faites, sur le fond même de la leçon. Il leur est aussi indiqué, de temps à autre, des sujets de compositions écrites qui sont ensuite examinées en commun. De plus, de nouvelles excursions doivent être faites. Le compte rendu de ces conférences, de ces manipulations et de ces excursions parviendra, d'ailleurs, aux maîtres de province et leur montrera de quelle manière ils doivent se préparer au nouvel examen.

Si à tous ces encouragements se joint une inspection bien faite des classes élémentaires, une inspection où les inspecteurs ne seront pas les ennemis déclarés du nouveau plan d'études, nul doute qu'on ne parvienne rapidement à organiser réellement un enseignement si utile qui intéresse les élèves et auquel déjà, en un an, un grand nombre de maîtres ont pris goût.

Parlons maintenant des professeurs « spéciaux » qui ont dû, dès l'année dernière, enseigner dans tous les lycées et

collèges la zoologie, la botanique, la géologie, en cinquième et en quatrième; l'anatomie et la physiologie animales et végétales en philosophie.

Au début, l'embarras n'a pas été beaucoup moins grand que pour les maîtres élémentaires. A part les agrégés de physique, dont quelques-uns ont pu consulter d'anciennes notes prises autrefois à des cours de sciences naturelles, aucun professeur de l'enseignement ne pouvait appliquer les nouveaux programmes. Or ces agrégés de physique avaient presque tous leur service complet avec les classes de physique et de chimie, surtout alors que d'après le plan d'études on avait introduit la physique en sixième, en troisième, en seconde et en rhétorique.

Comment faire? Pas de professeurs, pas de livres, pas de collection, pas de méthode. Il fallait cependant, coûte que coûte, que les nouveaux programmes fussent appliqués quand même. Il en est ainsi dans notre pays de centralisation excessive. C'est tout ou rien; si l'on veut qu'une réforme réussisse, il faut qu'elle soit faite bon gré mal gré dans toute la France à la fois, depuis le lycée le plus important jusqu'au dernier collège. Il ne saurait être question de réunir dans une région les quelques professeurs compétents, les quelques bonnes collections, et d'essayer une application sérieuse du plan d'études.

Il était donc absolument nécessaire de prendre la situation telle quelle et d'en tirer le moins mauvais parti possible. Le ministère créa des *délégués* à l'enseignement des sciences naturelles. Ces délégués ne sont pas des chargés de cours, ils ne sont nommés que pour un an; on exigea d'eux une licence quelconque (fût-ce la licence mathématique pour enseigner l'histoire naturelle). Ces délégués ainsi nommés provisoirement purent être trouvés assez facilement à Paris et dans quelques grandes villes; ailleurs on n'en trouva pas. Les cours nouveaux furent faits par la première personne de bonne ou de mauvaise volonté qu'on pouvait rencontrer.

Mais ce n'était pas pour ces classes la seule difficulté. N'oublions pas qu'on n'avait pas affaire ici à de jeunes commençants, mais à des élèves qui déjà avaient fait une partie de leurs études suivant un autre plan, avec d'autres programmes. On ne pouvait pas tout à coup prendre les élèves de troisième et leur apprendre à la fois les nouveaux programmes de toutes les classes antérieures, de même qu'on ne pouvait pas cesser d'apprendre le grec en cinquième à des élèves qui l'avaient commencé l'année d'avant.

Une circulaire du directeur de l'enseignement secondaire fut envoyée au moment de la rentrée pour régler le mode de passage de l'ancien plan d'études au nouveau. Cette circulaire fut interprétée d'une façon variable; dans certains lycées ou collèges, elle ne fut pas appliquée du tout et les inspecteurs eux-mêmes ne s'entendaient pas sur la manière dont elle devait être comprise.

C'est alors que commença dans toute la France une période critique, inquiétante pour le succès de la réforme, cette période qu'on a appelée le « système mixte ».

Les professeurs délégués, ou à leur défaut, les professeurs chargés provisoirement de ces cours, les ont souvent faits de la manière la plus fantaisiste. C'est ainsi que, dans un grand lycée de province, un étudiant en médecine, auquel on avait confié le cours de cinquième, lisait simplement aux élèves un résumé de notes de cours prises à la Faculté de médecine; il expliquait aux enfants de cette classe comment, dans le fœtus, les oreillettes du cœur communiquaient par le trou de Botal, au grand étonnement de son jeune auditoire. On s'est vu forcé de se dispenser des services de ce délégué. Un autre a fait un tableau détaillé de vingt-quatre races différentes de chiens et a longuement expliqué aux élèves comment on les distinguait les unes des autres. Un professeur a fait passer, en quatrième, des échantillons de cristal de roche, comme exemple de calcaire cristallisé, etc.

Tout cela était prévu, inévitable; tout cela démontrait l'urgente nécessité de la création d'un personnel nouveau, d'un recrutement des professeurs agrégés de sciences naturelles, chargés en même temps des nouveaux programmes de physique dans les classes de lettres.

C'est alors qu'on décida de mettre enfin en activité, pour la première fois, les décrets de 1869, et, au milieu de l'année, le programme de l'agrégation fut officiellement publié.

Ce programme est très bien fait. Il est d'ailleurs assez analogue aux programmes de l'agrégation des sciences mathématiques et à celui de l'agrégation des sciences physiques.

Les candidats doivent être licenciés ès sciences physiques et licenciés ès sciences naturelles, de même que les candidats aux autres agrégations doivent avoir deux licences. Cela se comprend mieux encore pour l'agrégation des sciences naturelles, puisque les heures de service des agrégés seront forcément complétées par des classes de physique.

Le concours comporte quatre compositions écrites: 1° une composition de zoologie; 2° une composition de botanique; 3° une composition de géologie et paléontologie; 4° une composition sur l'histoire des sciences naturelles et des méthodes employées. C'est sur l'ensemble de ces compositions que l'on dresse une liste d'admissibles.

Les épreuves pour l'admission définitive consistent en leçons publiques et en épreuves pratiques. Il y a trois leçons (zoologie, botanique, géologie ou paléontologie), dont l'une est faite avec trois heures de préparation et sans documents, et les deux autres avec vingt-quatre heures de préparation. Le candidat peut choisir l'ordre de sciences pour lequel il devra faire la première de ces trois leçons. Enfin les épreuves pratiques consistent: 1° en déterminations d'échantillons (animaux, végétaux, roches, fossiles); 2° en manipulations: une préparation zoologique, une préparation botanique et l'examen d'une roche au microscope.

On remarquera que la paléontologie proprement dite, exclue, pour ainsi dire, du programme de la licence ès sciences naturelles, est demandée à l'agrégation. Il en est de même pour la détermination des animaux et des végétaux les plus connus, qui, en fait, n'est pas demandée à la licence. Sauf sur ces points, il est dit, dans le décret instituant l'agrégation, que les questions des compositions écrites et des leçons porteront sur des sujets du programme de la licence ès sciences naturelles. Ce sera une bonne occasion pour demander aux

candidats la physiologie expérimentale, sur laquelle il n'est, pour ainsi dire, jamais adressé une seule question à la licence.

C'est seulement après Pâques, en 1881, que l'on a fait savoir que le concours serait ouvert pour la première fois au commencement du mois d'août de la même année. On comprend que peu de candidats ont eu le temps, en quatre mois, de se munir des deux diplômes de licencié, et c'est seulement en 1882 que le nombre des agrégés reçus pourra être assez important. Le concours a néanmoins fonctionné régulièrement l'année dernière, et il y a eu deux candidats reçus. L'un est maintenant professeur agrégé des sciences naturelles au lycée Louis-le-Grand; l'autre est professeur, au même titre, au lycée Fontanes.

Cela fait actuellement, en tout, pour toute la France, deux professeurs titulaires de sciences naturelles ; ce n'est pas encore beaucoup. Aussi n'a-t-il pas suffi de rétablir le concours d'agrégation ; le directeur de l'enseignement supérieur s'est, à son tour, préoccupé de la question, et tous les efforts ont été faits pour obtenir une bonne préparation aux deux licences et à l'agrégation.

On s'est adressé dans ce but, par une série de mesures successives aux Facultés des sciences, à l'École normale supérieure, au Muséum d'histoire naturelle, aux Écoles de médecine et de pharmacie ; c'est ce qui nous reste à examiner.

1° *Facultés des sciences.* — Des bourses de licence, licence ès sciences physiques et licence ès sciences naturelles, ont été créées en grand nombre dans toutes les Facultés, notamment à la Sorbonne. Des bourses d'agrégation des sciences naturelles ont été également établies, et les quelques candidats déjà pourvus de leurs deux diplômes de licence en ont obtenu immédiatement.

L'essor qu'ont pris récemment les études des Facultés ne peut manquer maintenant de s'étendre aux chaires de sciences naturelles. On verra enfin les Facultés de province possédant des laboratoires sérieux, des élèves assidus, et il ne sera plus question de ces sortes d'athénées, où le professeur n'avait d'auditoire que s'il avait été faire à cet effet une tournée spéciale de visites dans la ville ; on ne verra plus de laboratoires sans microscopes, des collections dont il n'existait que le catalogue, et des bibliothèques sans livres. La transformation, la renaissance pourrait-on dire, qui se produit dans l'enseignement supérieur contribuera certainement pour une large part au rétablissement de l'étude des sciences de la nature.

A Lille, à Montpellier, à Dijon, à Nancy, les candidats sont déjà nombreux ; à Paris, les laboratoires de la Sorbonne se sont vus envahis par une foule d'élèves, les uns boursiers, les autres élèves libres, chez M. Milne-Edwards et chez M. de Lacaze-Duthiers.

L'activité si grande développée par M. de Lacaze-Duthiers pour l'établissement de laboratoires maritimes contribuera aussi beaucoup à l'extension donnée aux études pratiques en zoologie. Déjà un certain nombre de candidats à la nouvelle agrégation sont allés à Roscoff l'année dernière, et le professeur a inscrit nettement sur l'affiche de son laboratoire qu'on y recevait les élèves « se préparant à la licence et à l'agrégation des sciences naturelles ». Le développement des études pratiques est surtout pour cet enseignement d'une importance considérable. Ce n'est pas avec un crayon et une ardoise qu'on fait des sciences naturelles. On ne décrit pas un organisme avec une formule, et le meilleur schéma ne vaudra jamais une dissection.

2° *École normale supérieure.* — L'agrégation étant rétablie entraînait évidemment le rétablissement de la section des sciences naturelles à l'École normale supérieure, dont le but est de fournir aux lycées des professeurs agrégés de tous les ordres.

Comme pour les autres sections, les élèves naturalistes de l'École normale suivent les cours de la Sorbonne, et, de même que les élèves physiciens suivent des manipulations de la Faculté des sciences, c'est sous la direction des professeurs de la Faculté que sont placées les manipulations de zoologie. Une entente s'est établie entre les professeurs de la Sorbonne et les maîtres de conférences de l'École au sujet des cours des manipulations et des interrogations pour la préparation à la licence ès sciences naturelles ; mais ce n'est encore qu'en 1882 que les premiers élèves spécialisés pourront se présenter aux examens.

En effet, le temps autrefois consacré à l'étude des sciences naturelles, lorsque fonctionnait l'ancienne section, a été jugé insuffisant. On a renoncé alors à exiger des naturalistes la licence ès sciences mathématiques (qui n'est pas demandée à l'agrégation) et le plan de leurs études a été quelque peu modifié. Ce n'est qu'en première année qu'ils ont avec les autres élèves de l'École normale des études communes. Ils se spécialisent déjà au commencement de la seconde année, et c'est seulement à la fin de la troisième année d'études, après avoir passé deux ans dans la section des sciences naturelles, que, déjà pourvus du diplôme de licencié ès sciences physiques, ils se présentent à la licence ès sciences naturelles, puis à l'agrégation.

3° *Muséum d'histoire naturelle.* — Depuis quelques années, un certain nombre d'élèves de la Sorbonne et quelques élèves de l'École normale suivaient régulièrement l'un des cours du Muséum, et un accord s'était établi à ce sujet entre le professeur de cette chaire et le professeur de la chaire correspondante de la Sorbonne, de façon que les mêmes parties de la science n'étaient pas traitées, la même année, dans les deux cours.

Les Chambres ont pensé que le Muséum devait contribuer dans une plus large part à la nouvelle réforme et sur la proposition du ministre de l'instruction publique ; elles ont récemment créé au Muséum vingt bourses de licence ès sciences physiques et naturelles et d'agrégation des sciences naturelles. Les vingt bourses auront déjà des titulaires cette année et si les professeurs de Muséum ne veulent pas voir échouer aux examens les nouveaux auditeurs qu'on leur envoie, ils devront pour la plupart modifier complètement leurs cours. Le caractère de leur enseignement ne saurait être le même ; au lieu « d'exposer les collections du Muséum », ils

doivent préparer des élèves à des examens. Mais il est à croire que l'état de choses actuelles restera le même et que l'on verra plus souvent les « boursiers du Muséum » dans la cour de la Sorbonne qu'au Jardin des plantes. S'il en est ainsi, le Muséum jouera seulement vis-à-vis d'eux le rôle de payeur.

4° *École de médecine et de pharmacie.* — Une décision récente du Conseil supérieur de l'instruction publique vient d'ajouter une quatrième source aux précédentes.

Par une faveur spéciale, qui n'a d'équivalent dans aucun autre ordre d'agrégation, le conseil a décidé que les candidats pourvus du diplôme de docteur en médecine ou de pharmacien de première classe seraient dispensés de la licence ès sciences naturelles, pour se présenter à l'agrégation.

On a voulu par cette mesure donner un encouragement aux médecins et aux pharmaciens qui voudraient entrer dans l'enseignement secondaire.

On voit, en somme, que la véritable réforme, la réforme du personnel, est en train de s'accomplir et l'on peut espérer que dès cette année les résultats acquis seront importants. Il restera alors à créer des inspecteurs des sciences naturelles. Au temps où ces sciences n'étaient pour ainsi dire pas enseignées, Brongniart et Gervais étaient inspecteurs des lycées ; aujourd'hui qu'on enseigne les sciences naturelles, il n'y a pas un seul inspecteur naturaliste. Au moment même où paraît cet article, des classes de sciences naturelles sont parfois visitées par des inspecteurs hostiles au nouvel enseignement, qui disent à qui veut les entendre que l'introduction des sciences naturelles dans l'enseignement secondaire est une chose absurde.

Mais la réforme s'accomplira sur ce point comme sur les autres, les agrégés des sciences naturelles, bientôt nombreux, auront un représentant au Conseil supérieur et dans peu d'années on pourra considérer le succès comme certain.

III.

LA MÉTHODE D'ENSEIGNEMENT

Division élémentaire. — Tout le monde n'est pas d'accord sur la manière dont les premiers éléments des sciences naturelles doivent être présentés aux enfants. On a dit quelquefois qu'il fallait les étonner par la description des merveilles du monde, les stupéfier par le récit des chasses extraordinaires ou l'énumération des animaux les plus bizarres, entraîner leur imagination par la mesure des colosses du règne végétal ou par les propriétés terribles de certaines plantes toxiques.

Autant alors leur faire de l'arithmétique en leur disant combien il faudrait de pièces de 5 francs mises bout à bout pour faire le tour du monde, leur apprendre le système métrique en leur montrant que la France contient un nombre vraiment prodigieux de millimètres carrés.

Est-ce ainsi qu'on développera chez les enfants l'esprit d'observation ? Est-ce ainsi qu'on leur apprendra à raisonner sur les comparaisons les plus simples ?

Les instituteurs, parmi lesquels on va fatalement recruter maintenant les maîtres élémentaires, sont déjà trop enclins à exposer des généralités, ou à prendre le mot pour la chose. Il faut faire comprendre à ceux qui seront chargés du nouvel enseignement que les exemples particuliers, avec des objets en main, doivent être étudiés d'abord. C'est l'élève lui-même qui, le premier, doit remarquer avec ces échantillons en quoi les objets se ressemblent ou diffèrent ; c'est lui qui doit trouver le rôle ou les propriétés de leurs diverses parties.

Il y a une autre manière de comprendre l'enseignement élémentaire des sciences, c'est d'introduire dans les explications le parler des petits enfants, ou encore de dialoguer avec plus ou moins d'esprit sur les diverses questions à traiter. Prenons un exemple : si on veut faire comprendre ce que c'est que l'oxydation des métaux, on rédige ainsi le chapitre :

« *Oxydation des métaux.* — Tu sais bien ce que c'est qu'un métal, mon petit Joseph. Les métaux, ce sont ces corps d'un éclat brillant, souvent très durs, comme le fer et qui servent à une foule d'usages. Ton camarade Paul te montrait l'autre jour un couteau rouillé, tu ne sais pas pourquoi il est rouillé ? C'est parce qu'il s'est *oxydé*. L'altération des métaux à l'air, souviens-toi bien de cela, mon cher Joseph, c'est *l'oxydation.* »

Voilà l'élève de neuvième bien avancé ! D'autrefois ce sera un dialogue de l'élève imaginaire avec son petit père chéri, etc. On a parlé de niaiseries, c'est à cette manière d'enseigner et aux ouvrages qui les propagent qu'il faut appliquer ce mot.

Ou bien encore ce sont des images décevantes pour des enfants tenus par un pédagogue entre les quatre murs d'une classe. Au lieu de commencer par leur montrer de la terre végétale, voici ce qu'on leur dit :

Terre végétale. — « Aujourd'hui, mes chers enfants, nous allons courir les champs ; notre leçon va se faire en plein air. Bouclez donc votre ceinturon, endossez votre petit sac sans oublier le marteau, « en route ! »

Quelle illusion ! ces élèves obligés de *réciter* dans une sombre petite classe qu'on va leur faire une leçon en plein air ! Et s'ils oublient de dire « en route » en se rasseyant tranquillement à leur place, ils auront cinq cents lignes à copier !

Au reste, nous pouvons juger de la méthode qu'a recommandée le Conseil supérieur de l'instruction publique par les conseils suivants qui ont été donnés dès le début aux maîtres élémentaires :

« Bien exposer des faits vrais, les faire comprendre, éveiller l'attention de l'enfant sur leur importance, ce sont là les principaux points de cet enseignement qu'on a appelé un peu brutalement : des leçons de choses.

Ceci étant bien entendu, il reste à choisir les sujets dont on veut parler, il reste à exposer ceux qu'on aura choisis.

Sur le premier point, il y a un dangereux écueil à éviter : le trop grand nombre de faits. Il vaut mieux ne traiter qu'un

nombre restreint de sujets et les traiter de manière qu'ils se gravent mieux et plus sûrement dans l'esprit de l'enfant.

Parmi les différents sujets, il faut choisir surtout ceux qui se rapportent aux objets les mieux connus et les plus répandus. Il est inutile de raconter aux enfants les exploits des chasseurs de girafes ou de leur décrire les plantes extraordinaires de la Perse. Ils trouveront une foule de livres d'étrennes ou autres qui leur exposeront ces belles choses.

Les sujets une fois choisis, un second écueil plus important encore est à éviter : le trop grand nombre de mots techniques. C'est là qu'est la plus grande difficulté pour l'enseignement des sciences naturelles. Certainement, l'abus des mots techniques a entravé chez nous les progrès de cet enseignement. C'est à cause de cet abus qu'on considère quelquefois l'histoire naturelle élémentaire comme une science de mots; beaucoup de personnes se croient d'autant plus savantes qu'elles connaissent un plus grand nombre de mots techniques (et ceci, par parenthèse, s'applique bien souvent aux instituteurs). C'est là encore une profonde erreur, contre laquelle il est essentiel d'être prémuni.

Disons un ver et non pas un *annélide,* ne parlons pas de *cucurbitacée,* mais de citrouille, n'appelons pas l'orange une *hespéridie.* Et même, sans aller chercher ces mots évidemment trop techniques, parlons du charbon plutôt que du *carbone,* du tissu de la feuille plutôt que du *parenchyme foliaire* et des serpents plutôt que des *ophidiens.*

On ne saurait trop insister sur ce point. Là est le danger principal de l'enseignement nouveau. Il faut absolument rejeter les détails de la classification, supprimer les noms inutiles qui la peuplent, toutes les fois qu'on peut en trouver d'autres.

Il faut déclarer au mot technique une guerre acharnée.

L'abus des termes spéciaux a encore l'inconvénient de faire croire à l'élève qu'il sait quelque chose. Il se croit instruit parce qu'il connaît le sens d'expressions peu répandues. C'est là une fausse instruction. Il sait des mots ; il ne connaît pas les faits.

N'oublions donc pas ces trois points essentiels :

Exposer simplement les faits.

Traiter un nombre restreint de sujets choisis parmi les plus utiles et les mieux connus.

Rejeter les mots techniques toutes les fois que cela sera possible.

Ajoutons que cette manière de comprendre le premier enseignement scientifique a déjà donné cette année, partout où elle a été sincèrement appliquée, des résultats excellents.

Division de grammaire et division supérieure. — On a dit quelquefois que les naturalistes empêchent eux-mêmes l'introduction des sciences naturelles dans l'enseignement secondaire parce qu'ils ne savent pas se borner, parce que pour beaucoup d'entre eux le moindre petit fait est aussi intéressant que l'étude générale d'un groupe d'organismes.

Cela est exagéré, mais il faut reconnaître qu'il y a un peu de vrai dans cette critique.

Aussi ce que nous venons de dire au sujet des classes élémentaires s'applique encore, en partie, à la division de grammaire.

Il ne faut pas que le défilé de types d'organismes ou que l'histoire des périodes du globe produise l'effet des images successives d'un kaléidoscope. Pour cela, il est encore nécessaire que les types étudiés ne soient pas trop nombreux, que les points importants soient traités à part. Mais ici, s'il faut toujours éviter l'abus du terme technique, il est au contraire essentiel d'expliquer le sens de ceux qui sont le plus employés, de donner la précise définition des mots scientifiques les plus utiles.

Quant à la méthode d'enseignement qu'on doit appliquer dans la classe de philosophie, il est évident qu'elle variera avec le professeur et qu'on ne saurait en déterminer aucune. On a affaire à un auditoire déjà très instruit, capable de profiter des avantages qu'ont toutes les méthodes et de savoir éliminer leurs inconvénients.

L'initiative et le travail personnel de l'élève, la méthode d'enseignement qu'il saura se donner lui-même, voilà surtout ce qu'il est souhaitable de voir développer.

IV.

LE MATÉRIEL ET LES COLLECTIONS.

Nous l'avons déjà dit : pour enseigner les sciences naturelles, il faut des objets ou, en certain cas, tout au moins des dessins.

Au ministère, M. le directeur de l'enseignement secondaire a compris que sans un matériel d'enseignement la réforme n'existait pas. Il a pris des mesures pour que ce matériel fût d'abord envoyé le plus promptement possible aux classes élémentaires et aux classes de grammaire.

Dès la rentrée, au mois d'octobre 1880, une commission déterminait les objets dont se composeraient les collections à l'usage de la classe préparatoire, des classes de huitième, septième, cinquième, quatrième. Cette liste était imprimée au mois de novembre à l'Imprimerie nationale et bientôt après publiée officiellement dans le *Journal général de l'instruction publique.* Elle était suivie d'un appel à tous ceux qui, le plus promptement possible, pourraient fournir les objets désignés.

Au sujet de la collection qui doit servir pour les premières classes, rappelons encore ce qui a été dit aux maîtres élémentaires :

Qu'est-ce qu'une collection d'enseignement élémentaire ?

Est-ce une réunion d'objets rares ou précieux qu'on ne montrera aux élèves qu'avec les plus religieuses précautions à distance respectueuse ou à travers des vitrines soigneusement fermées ?

Cette collection devra-t-elle contenir des exemplaires extraordinaires, des animaux, des végétaux, des roches qu'on ne rencontre qu'à l'étranger ?

Il est à peine besoin de répondre à ces questions, et cependant plusieurs dangers sont à craindre. Il faut lutter

contre l'idée dominante de tous les collectionneurs, qui est de posséder des *choses rares*. Il ne faut pas qu'un professeur de lycée dise avec orgueil qu'il possède une collection renfermant des objets qu'on ne trouve nulle part ailleurs. Si ces objets sont très rares, ils sont pour cela même moins intéressants que ceux plus répandus, qu'il est bien plus utile de connaître.

D'autre part, si l'on veut pouvoir enseigner vraiment avec ces objets, il est de toute nécessité qu'on puisse les mettre entre les mains des élèves. Les élèves doivent avoir la possibilité de les regarder, de les manier, de les retourner en tous sens, pour se rendre compte de leur structure et de leurs propriétés. Ces échantillons s'abîment forcément. Donc il faut qu'ils aient peu de valeur.

En Autriche, un inspecteur disait de quelle manière il savait reconnaître tout de suite si un enseignement par les objets avait été bien fait. Il examinait de près les échantillons de la collection et regardait s'ils étaient usés, mais non pas usés d'une façon quelconque. S'il s'agit, d'un morceau de gypse, on doit trouver la trace des ongles qui l'ont rayé pour constater son peu de dureté ; si c'est une coquille d'ammonite, on aura éraillé la jointure des cloisons en les accusant avec une épingle; si c'est un crâne de chat, les fossettes d'insertion de la mâchoire supérieure, les dents, surtout les plus petites et les plus difficiles à voir, comme la dernière molaire d'en haut, seront les parties les plus usées, etc.

S'il en est ainsi, l'enseignement a été bien et soigneusement fait. Si les échantillons sont aussi intacts, aussi indemnes que s'ils étaient neufs, l'enseignement est mauvais; si les objets sont cassés et abîmés sans raison utile, c'est que le professeur n'aura pas su donner à ses élèves le soin qu'il est indispensable d'avoir pour faire usage de ce mode d'instruction.

Sans penser qu'il faille engager les élèves à détériorer à l'excès les échantillons, ce principe de l'inspecteur autrichien est bon à retenir. »

Sur la liste publiée par le ministère se trouvent énumérés les éléments de collections élémentaires d'enseignement, ces éléments sont assez peu nombreux, mais très suffisants ; ils sont indiqués pour les diverses classes; mais d'ailleurs comme les collections sont combinées de manière à se compléter réciproquement, les professeurs de chaque classe pourront prendre des objets dans la collection générale.

Pour la division élémentaire, ces collections sont trop restreintes; on avait pensé que les professeurs ayant à parler de choses très simples et qu'on peut sans frais, se procurer partout, feraient par eux-mêmes ou par leurs élèves une petite collection appropriée à leur enseignement.

Sur ce point on s'est certainement trompé dans la plupart des cas, et si l'on n'envoie pas en réalité un morceau de bois de chêne au maître élémentaire, il ne se donnera souvent pas la peine, il faut bien l'avouer, de se le procurer et de l'apporter dans sa classe.

C'est ainsi qu'on a trouvé ridicule dans certains lycées l'envoi pour la classe préparatoire des diverses espèces de charbon, dans la classe de septième d'assiettes sciées par le milieu pour montrer la différence entre la porcelaine et la faïence. « Des charbons, mais il y en a chez le charbonnier voisin, pourquoi nous en envoie-t-on? Des assiettes, mais il y en a au réfectoire, les enfants en ont chez leurs parents! » Eh bien, en fait, cette critique est très mal fondée, et il est au contraire regrettable, que la commission n'ait pas placé sur sa liste un nombre plus grand d'objets communs. Il est très vrai qu'il y a du charbon chez le charbonnier voisin et des assiettes au réfectoire, mais *jamais* on n'ira les chercher pour les remettre aux maîtres élémentaires. Et ceux qui se livrent à ces railleries faciles le savent très bien.

La collection de la classe de cinquième complète celle de huitième, elle renferme 54 animaux montés, 12 squelettes ou partie de squelette, choisis de manière à présenter les principaux types d'organisation.

La collection de géologie, en quatrième, ne fait pas double emploi non plus avec celle de septième. Elle comprend les fossiles les plus caractéristiques et les roches les plus importantes des divers terrains. Quant aux pièces paléontologiques trop précieuses ou qu'il est impossible de se procurer en assez grand nombre, elles sont représentées par des moulages en plâtre peint, faits sur les meilleurs échantillons du Muséum ou de la Sorbonne. On pourrait peut-être trouver que le nombre des objets de cette collection est relativement assez considérable, mais il faut songer que la géologie ne reparaît plus dans le cours des études, après la quatrième, tandis que la botanique et la zoologie sont réétudiées avec plus de détails en philosophie.

A ces objets sont joints des tableaux d'enseignement, représentant des plantes, des animaux difficiles à conserver, ou d'un achat trop dispendieux, l'anatomie sommaire des animaux et des plantes ainsi que quelques sujets géologiques (carrières, volcans éteints, falaise, caverne à ossements, etc.).

Remarquons, à propos de l'usage des tableaux d'enseignement, que les opinions sur ce point peuvent être partagées. Il est évident qu'un professeur qui sait très bien dessiner au tableau noir enseignera d'une manière plus fructueuse que celui qui se contentera de montrer des dessins faits d'avance, il est certain que les élèves prendront plus facilement un croquis si le professeur est obligé lui-même de le faire au tableau. En outre, il n'est pas moins vrai de dire aussi que le dessin tout fait nuit à l'usage des objets en nature dont l'utilité est pourtant bien plus grande. Toutes ces raisons sont fort justes, mais elles s'appliquent à un personnel enseignant les sciences naturelles en les connaissant à fond. N'oublions pas que le personnel actuel enseigne quelquefois les sciences naturelles sans les savoir. Qui les leur apprend, sinon les objets qu'on envoie? Qui leur donne les modèles à l'aide desquels ils devront faire des croquis au tableau, sinon les dessins qu'on leur expédie?

Une commission spéciale, nommée pour la vérification de ces objets, doit s'occuper maintenant de ceux qui seront prochainement envoyés dans les classes de philosophie et dont la liste doit bientôt paraître.

On se tromperait en croyant que partout où ces collections sont envoyées elles sont bien accueillies, et si l'on supposait qu'on en fait immédiatement usage. Sans parler des établissements où l'on a persisté, malgré toutes les circulaires, à suivre les programmes anciens pendant un certain temps, la mauvaise volonté de certaines administrations s'est quelquefois révélée, d'une façon plus évidente. On peut en citer l'exemple suivant :

M. le directeur de l'enseignement secondaire, désirant faire appliquer le mieux possible, et dès la rentrée de 1880-1881, les nouveaux programmes, avait fait spécialement envoyer, en quelques semaines, tous les objets d'histoire naturelle qu'on pouvait se procurer, sauf à les faire changer ultérieurement. C'est donc en toute hâte, en développant la plus grande activité, que ces collections ont été préparées, vérifiées et expédiées. Eh bien, il serait facile de citer un lycée où des objets reçus en novembre 1880 n'étaient pas même déballés en février 1882 ; ces objets, qu'on s'était empressé d'envoyer, on ne s'en était pas servi pendant toute l'année scolaire !

Ce sont là heureusement des exceptions ; ce sont les résistances inévitables qui s'opposent à tout changement, et il est juste de dire que bien des lycées, surtout en province, accueillent avec empressement les envois de collections qui leur sont faits.

La sollicitude persistante de M. le recteur de Paris, l'énergie bien connue du directeur qui reprend aujourd'hui la tâche commencée, sauront vaincre, nous n'en doutons pas, les derniers obstacles administratifs et le nombre déjà très important des candidats à l'agrégation des sciences naturelles formera, dès cette année, un excellent « ferment », comme disait M. Bersot, qui développera partout en France le nouvel enseignement.

GASTON BONNIER.

CHIMIE

Programme d'un cours sur les matières colorantes.

La benzine est le carbure fondamental de la chimie aromatique, de même que l'hydrure de méthyle est celui de la série grasse. M. Berthelot a montré que la benzine se rattachait à cette série, par polymérisation de l'acétylène. On remplit au tiers d'acétylène une cloche courbe sur le mercure ; on note le niveau intérieur du mercure au moyen d'une étiquette, et on chauffe presque au rouge, jusqu'à ce que l'on observe la formation de nombreuses gouttelettes noirâtres. Après refroidissement, on constate une diminution considérable dans le volume du gaz ; il s'est formé de la benzine et une certaine proportion de carbures solides, polymères de l'acétylène (cinnamène, hydrures de naphtaline et d'anthracène).

La benzine s'obtient aisément en distillant l'acide phtalique, l'acide benzoïque ou un benzoate avec de la chaux sodée, dans une cornue en grès ou en verre vert, chauffée par un fort fourneau à gaz. Il suffit d'agiter le produit avec un peu de soude étendue, de décanter la benzine, de la sécher sur du chlorure de calcium et de la distiller au bain-marie pour l'avoir pure ; cependant, d'après M. Rosènstiehl, elle renfermerait encore des traces de toluène.

A cet état, elle bout à 80°,36. Elle fond à 5°,5, et il suffit de plonger un ballon ou un tube renfermant de la benzine cristallisable, que l'on trouve facilement aujourd'hui chez les marchands de produits chimiques, dans de la glace, ou mieux dans un mélange réfrigérant, pour qu'en peu de temps le vase soit rempli de lames groupées sous la forme de feuilles de fougères ou d'une masse semi-transparente semblable à du camphre.

Par le traitement de 100 kilogrammes de houille, on obtient 55 grammes environ de benzine pure.

La benzine a pour formule C^6H^6 ; sa densité de vapeur est de 2,77. Elle donne par substitution des dérivés dont un très grand nombre peuvent exister sous plusieurs formes isomériques. Deux hypothèses expliquent ce fait : la théorie hexagonale et celle de M. Berthelot.

Nous renverrons pour l'exposé de ces théories, d'une part au *Dictionnaire de chimie* de M. Wurtz, articles ISOMÉRIE et AROMATIQUE (SÉRIE) du *Supplément ;* d'autre part, au *Traité de chimie organique* de MM. Berthelot et Jungfleisch, et nous nous contenterons d'employer les termes *ortho*, *meta* et *para*, tels qu'on les emploie aujourd'hui, en écartant avec soin l'idée préconçue d'une figure schématique quelconque, hexagone, prisme ou polygone étoilé.

I.

La benzine fournit donc, suivant l'hypothèse de Kékulé, une série de dérivés monosubstitués et trois séries de dérivés bisubstitués. Traitée par le chlore, par exemple, elle donne la benzine chlorée, qui se prépare dans les cours en faisant bouillir, dans une cornue tubulée munie d'un réfrigérant ascendant, de la benzine additionnée de quelques grammes d'iode et en faisant arriver par la tubulure un courant de chlore au moyen d'un tube plongeant légèrement dans le liquide. On constate l'absorption complète du chlore et le dégagement d'acide chlorhydrique qui fume à l'air. La benzine monochlorée bout à 133° et cristallise à — 40°. Sa densité est de 1,129 à 0°. Elle est insoluble dans l'eau et se dissout dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone. Elle est inattaquable par la potasse alcoolique, même à 200° ; avec l'acide nitrique, elle donne un dérivé nitré. L'acide sulfurique la dissout à chaud en donnant un acide chlorophénylsulfureux.

En prolongeant l'action du chlore, il se forme dans le col de la cornue des cristaux blancs de benzine bichlorée (*para*) ; si on laisse le liquide refroidir, il se prend en masse cristalline. Ce corps fond à 53° et bout à 173°,2. Sa densité à 20° est de 1,46. Elle est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, très soluble dans l'alcool bouillant, la benzine,

les benzines chlorées, l'éther, le chloroforme et le sulfure de carbone. L'acide sulfurique l'attaque lentement à chaud en donnant un acide sulfoconjugué.

La benzine forme également avec le chlore des produits d'addition. Pour obtenir l'hexachlorure de benzine, on remplit de chlore un flacon d'une dizaine de litres, on y verse quelques centimètres cubes de benzine et on le porte au soleil. Il se forme rapidement sur les parois des cristaux blancs et le flacon doit se décolorer complètement. Ce corps résulte de l'addition de trois volumes de chlore à un volume de vapeur de benzine et a pour formule $C^6H^6Cl^6$; il fond à 132° et bout vers 268° en se décomposant; il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther; la potasse alcoolique le dédouble en trichlorobenzine et acide chlorhydrique. Les produits d'addition de la benzine s'obtiennent facilement en traitant la benzine par un mélange d'acide chlorhydrique et de bichromate de potasse, produisant du chlore à l'état naissant : il se forme au-dessus du liquide une couche huileuse baignant de petits cristaux.

La benzine monobromée s'obtient en laissant quelques jours en contact 1 partie de benzine avec 2 parties de brome dans une fiole munie d'un long tube à dégagement. Le produit est ensuite lavé à l'eau et à la soude caustique; la couche inférieure est soumise à la distillation fractionnée en recueillant ce qui passe entre 150° et 155°, qui constitue la bromobenzine. Elle bout à 155° et a pour densité à 0° 1,518. Les alcalis n'ont aucune action sur elle; l'acide sulfurique réagit en donnant un acide sulfoconjugué. Le sodium l'attaque rapidement avec formation de diphényle.

Si on traite la benzine monobromée par le sodium et l'iodure de méthyle, on obtient un nouveau carbure, dérivé de la benzine par substitution d'un groupe méthylique, qui constitue, par conséquent, la méthylbenzine, $C^6H^5CH^3$ ou C^7H^8 et que l'on nomme le toluène.

Le toluène s'obtient aisément en distillant la résine de sang-dragon à sec. — L'huile obtenue est distillée avec la vapeur d'eau, puis fractionnée ; on sépare ainsi le toluène du styrol ou cinnamène.

On peut l'obtenir aussi en faisant réagir le chlorure de méthyle sur la benzine en présence de chlorure d'aluminium (Friedel).

Le toluène s'obtient aussi, mais impur, au moyen du baume de Tolu, que l'on traite d'abord et à plusieurs reprises par de l'eau et du carbonate de soude; on distille le résidu, on lave le produit à la soude concentrée, on décante l'huile et on la rectifie.

La synthèse du toluène peut se montrer dans les cours, en mélangeant équivalents égaux d'iodure de méthyle et de benzine monobromée, et ajoutant au liquide un volume égal d'éther anhydre ; on adapte au ballon un bon bouchon muni d'un tube de 7 à 8 millimètres de diamètre intérieur assez long, puis on débouche et on fait tomber dans le liquide des fragments de sodium. La réaction est très vive et il est bon de refroidir la masse. Quand la réaction est calmée, on ajoute de nouveau sodium, jusqu'à concurrence de 2 équivalents ou 1 molécule; on laisse reposer quelques heures et on distille.

Enfin l'industrie fournit aujourd'hui des quantités considérables de toluène à bon marché, puisqu'il n'a pas encore reçu d'application pratique importante. Les perfectionnements apportés aux appareils distillatoires ont permis d'obtenir du premier jet du toluène sensiblement pur, bouillant vers 110-112°.

Le toluène a pour densité 0,875 à 20°; il bout vers 110°,5 ; il ne se solidifie pas à — 20°. Il est insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool et l'éther.

Traité par le chlore, il donne deux classes de dérivés monochlorés : si l'action s'effectue à froid et en présence d'iode, le chlore entre dans le noyau benzénique, et l'on obtient les toluènes chlorés, comparables à la benzine chlorée dont ils sont les homologues directs; si le chlore arrive dans la vapeur du toluène bouillant, il se substitue dans le groupe méthyle et donne du chlorure de benzyle.

Le monochlorotoluène peut donc s'obtenir en faisant passer du chlore au sein du toluène bouillant, additionné de 15 pour 100 d'iode, les vapeurs qui s'échappent de la cornue sont retenues par un réfrigérant ascendant. On fractionne le produit en recueillant aux environs de 157°. Le toluène monochloré bout à 157°, il est inattaqué par la potasse alcoolique. Le chlorure de benzyle s'obtient dans le même appareil, en supprimant l'iode et en faisant arriver le chlore dans la vapeur du toluène à 4 ou 5 centimètres au-dessus de la surface du liquide.

Le dérivé diméthylé de la benzine est le xylène, qui peut exister sous trois formes différentes. On peut le retirer par fractionnement du goudron de bois: les huiles de goudron de houille en donnent de notables quantités. On l'a obtenu synthétiquement par l'action du sodium sur un mélange d'iodure de méthyle et de toluène bromé. Le paraxylène bout à 139°; sa formule est C^8H^{10}.

Si on fait agir sur la benzine monobromée de l'iodure d'éthyle avec du sodium, on obtient un isomère du xylène, l'éthylbenzine, qui bout vers 134°.

A la formule C^9H^{12} correspondent plusieurs isomères, désignés sous le nom général de cumènes, savoir :

1° La triméthylbenzine, qui se trouve dans les goudrons de houille.

2° Le mésitylène, triméthylbenzine symétrique ou deux fois méta. On l'obtient par l'action de l'acide sulfurique sur l'acétone. On mélange 2 volumes d'acétone et 1 volume d'acide sulfurique concentré, et on distille à une douce chaleur dans une grande cornue. Le liquide distillé se sépare en deux couches; la couche supérieure est lavée et rectifiée. Le mésitylène bout à 163°.

3° La méthyléthylbenzine et la propylbenzine, obtenues seulement par synthèse; leur préparation est identique à celle du toluène.

4° L'isopropylbenzine, provenant de la décomposition de l'acide cuminique, et qui par conséquent est le seul et vrai cumène : elle se trouve aussi dans le goudron de houille. On l'obtient en distillant parties égales d'acide cuminique cristallisé et d'hydrate de baryte, ou par l'action de l'anhydride phosphorique sur la phorone.

Le quatrième homologue de la benzine est le cymène $C^{10}H^{14}$. Il existe dans les huiles de houille; l'essence de cumin renferme beaucoup d'isopropyltoluène, identique à celui qui dérive du camphre.

On connait encore d'autres homologues de la benzine, obtenus par synthèse.

L'amylbenzine se prépare aisément en mélangeant de la benzine, du chlorure d'amyle et du chlorure d'aluminium. On chauffe légèrement, et il se dégage d'épaisses fumées d'acide chlorhydrique; on lave le produit à l'eau et on le fractionne.

Nous avons montré que le chlorure de benzyle renfermait le chlore dans le groupe méthylique, qu'il se comportait comme du chlorure de méthyle renfermant un groupe phénylique en place d'un atome d'hydrogène. Si on le mélange à 2 fois environ son volume de benzine, et qu'on ajoute le cinquième de son poids de chlorure d'aluminium, ou du zinc en poudre, en chauffant, on observe un dégagement de fumées blanches d'acide chlorhydrique, et il se forme un carbure nouveau, le phényltoluène ou diphénylméthane, fusible à 27° et bouillant à 261° : sa formule est



$$C^{13}H^{12} \text{ ou } CH^2(C^6H^5)^2.$$

De même, en faisant réagir le toluène sur le chlorure de benzyle, on obtient le crésylbenzyle, crésylphénylméthane, ou benzyltoluène, $C^{14}H^{14}$ ou $C^6H^5CH^2C^6H^4CH^3$.

On connait trois formes de ce carbure, suivant que le groupe CH^3 est dans la position *ortho, meta* ou *para* relativement au benzyle. Il a en outre plusieurs isomères.

Le dibenzyle $C^6H^5CH^2CH^2C^6H^5$, obtenu en faisant agir le sodium sur le chlorure de benzyle; ce corps fond à 52° et bout à 284°.

Le dicrésyle qui peut exister sous six formes isomériques, suivant que chaque groupe crésyle sera para, ortho ou méta.

Enfin le diphényléthane $(C^6H^5)^2CH.CH^3$, liquide bouillant vers 270°.

En faisant agir le chloroforme en vapeur sur la benzine chauffée avec du chlorure d'aluminium (1), les 3 atomes de chlore du chloroforme sont remplacés par trois groupes phényliques, et on obtient le triphénylméthane

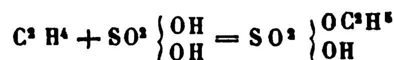


$$C^{19}H^{16} \text{ ou } CH(C^6H^5)^3.$$

II.

Nous avons vu qu'en traitant la benzine ou ses homologues par le chlore, on obtenait des dérivés chlorés dans le noyau phénylique; que les homologues de la benzine donnent, en outre, dans des conditions différentes, des dérivés chlorés dans les groupes latéraux; on a donc deux séries de dérivés substitués, les uns dans le noyau phénylique et possédant des caractères particuliers à cette série; les autres dans les groupes latéraux, et possédant les caractères des éthers de la série grasse. La même différence se retrouve dans les dérivés par substitution d'oxygène ou d'oxhydryle.

On sait que les carbures saturés de la série grasse ne sont pas attaqués par l'acide sulfurique : les carbures non saturés, tels que l'éthylène et l'acétylène, sont absorbés et leur combinaison directe avec l'acide sulfurique donne naissance à une série d'acides, qui dérive de l'acide sulfurique par la fixation pure et simple du carbure sur l'oxhydryle acide, donnant naissance à un résidu d'alcool, moins l'hydrogène de l'oxhydryle alcoolique. Ainsi l'éthylène donne naissance à l'acide éthylsulfurique.

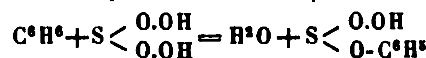


$$C^2H^4 + SO^2\begin{cases}OH\\OH\end{cases} = SO^2\begin{cases}OC^2H^5\\OH\end{cases}$$

Traités par un alcali, ces acides donnent un sulfate alcalin et de l'alcool.

Dans la série aromatique, au contraire, les carbures réagissent sur l'acide sulfurique en formant de l'eau et un résidu sulfureux qui entre dans le noyau aromatique.

Si on traite la benzine par l'acide sulfurique monohydraté, en chauffant légèrement au bain-marie, ou par l'acide fumant, à froid, et qu'on agite de temps en temps, la benzine se dissout; on étend de trois à quatre volumes d'eau, on sature par du carbonate de baryte et on filtre; on ajoute au liquide filtré du carbonate ou du sulfate de soude, qui donne naissance à un abondant précipité, preuve que le liquide retient des quantités considérables de baryte en solution : cette base est combinée à un acide particulier, l'acide phénylsulfureux. Un hydroxyle de l'acide sulfurique enlève un atome d'hydrogène de la benzine, et le résidu de celle-ci se soude au résidu de l'acide sulfurique en donnant le nouveau corps :



$$C^6H^6 + S\begin{matrix}< 0.0H\\< 0.0H\end{matrix} = H^2O + S\begin{matrix}< 0.0H\\< 0\text{-}C^6H^5\end{matrix}$$

Le résidu — $S\overset{OOH}{\underset{-0-}{}}$ est caractéristique de l'acide sulfureux, aussi ce corps se nomme acide phénylsulfureux. Il est acide, possédant encore un hydroxyle; et ses sels, fondus avec la potasse, donnent un sulfite et un nouveau composé qui renferme le résidu du carbure combiné à un hydroxyle et que l'on appelle un phénol. C'est donc bien un acide sulfureux à moitié éthérifié; et si ses réactions ne sont pas exactement parallèles à celles des acides éthérosulfureux de la série grasse, elles n'en diffèrent certainement pas plus que le chlorure d'éthyle de la benzine chlorée, ou même le chlorure de benzyle de son isomère, le toluène chloré; il est, à mon avis, inutile de créer ce mot *carnavalesque* (*sit venia verbo*), d'acide sulfoné, qui a des prétentions à un langage savant ou plutôt mystique. Ce n'est pas le groupe SO^3H qui a des propriétés particulières, c'est l'autre groupement, celui de la benzine; et si la théorie peut décomposer un individu chimique en ses fractions, le disséquer en ses membres, il ne faut pas oublier que dans les réactions, seuls faits que nous avons sous les yeux, que nous résumons, que nous coordonnons par nos théories, nous n'avons affaire

(1) Le chlorure d'aluminium du commerce, contenant du chlorure de fer et du chlore en excès, donne les meilleurs résultats; on peut également employer le chlorure de zinc.

qu'aux individus entiers, dont tous les membres agissent ensemble et sont influencés les uns par les autres.

Quoi qu'il en soit, les phénols sont donc les dérivés des carbures aromatiques par substitution de l'oxhydryle dans la chaîne benzénique. Le même mysticisme qui a inventé le mot de sulfoné a classé les phénols parmi les alcools tertiaires, sous le prétexte que, d'après la théorie du schéma de benzine, l'oxhydryle était relié au carbone ayant ses trois autres atomicités saturées par du carbone. Pour donner quelque apparence de vérité à cette hypothèse, on range sur une même série le chlorure de phényle ou benzine chlorée, indécomposable par tout autre agent que la potasse fondante, et le chlorure de picryle ou benzine chlorotrinitrée, décomposé partiellement par l'eau alcaline, à peu près autant que le ferait un chlorure alcoolique tertiaire ; mais on se garde bien de dire que le produit de cette action, l'acide picrique, ressemble autant à un alcool tertiaire que la benzine chlorée à un chlorure tertiaire.

Les phénols s'obtiennent en quantité minime par l'oxydation directe des carbures. Ainsi la benzine fixe directement l'oxygène de l'air en présence du chlorure d'aluminium. En distillant le produit avec l'eau, on peut, dans le liquide distillé et séparé par la décantation au pouce de l'excès de benzine, caractériser le phénol par la coloration bleue qu'il prend au contact d'une goutte d'ammoniaque et d'hypochlorite de chaux.

On le prépare en fondant dans une capsule d'argent quelques grammes de phénylsulfate de soude avec deux parties de soude caustique, vers 280-300° ; quand le dégagement des bulles d'hydrogène se ralentit, on laisse refroidir, ou on détache de la masse un fragment que l'on dissout dans très peu d'eau ; on sature par un peu d'acide chlorhydrique, on filtre et on ajoute de l'eau de brome qui précipite du tribromophénol, $C^6 H^2 Br.^3 OH$, corps très peu soluble dans l'eau froide et fusible à 95°, soluble dans la potasse faible.

L'acide salicylique, qui est au phénol ce que l'acide benzoïque est à la benzine, distillé avec de l'hydrate de baryte, donne du phénol. Pour effectuer cette réaction, on pulvérise 2 grammes de chaux sodée et on les mélange avec environ 1/2 gramme d'acide salicylique ; on chauffe le tout légèrement dans un tube à essais, vers 250°, puis on traite par l'eau acidulée et l'eau bromée.

Le phénol s'extrait des huiles de houille, bouillant entre 150° et 200°. On les agite avec une solution de soude caustique, on décante la couche alcaline à l'aide d'un entonnoir à robinet, et on la traite par l'acide chlorhydrique. Il se forme une couche huileuse brune qui renferme le phénol et ses homologues, et que l'on soumet à la distillation fractionnée.

Le phénol cristallise facilement, et quand il est complètement pur, il fond à 42°. Il reste assez longtemps en surfusion, et il suffit de l'agiter en le refroidissant pour le voir se prendre en masse. Il se colore à la longue en rose, aussi les échantillons destinés à être montrés dans les cours doivent-ils être récemment distillés. Il se volatilise assez facilement; il se dissout dans 20 parties d'eau ; l'alcool, l'éther et l'acide acétique cristallisable le dissolvent en toutes proportions.

Il absorbe facilement le chlore en donnant des phénols chlorés.

L'eau de brome, versée dans une solution de phénol, donne naissance à un précipité de tribromo-phénol $C^6H^2 Br^3 OH$, fusible à 95°. Dans des conditions différentes, on obtient des phénols mono et dibromés.

L'acide nitrique, suivant les proportions de phénol, d'acide nitrique et d'eau employées dans la réaction, et la température à laquelle elle s'effectue, donne des phénols mono et binitrés, ou bien du trinitro-phénol, acide picrique.

L'acide picrique s'obtient en faisant réagir l'acide nitrique sur un grand nombre de dérivés aromatiques, même dérivés des homologues de la benzine; ainsi l'indigo en fournit de notables quantités, et c'est cè corps qui, le premier, a servi à le préparer entre les mains de Haussmann, en 1788. Le procédé de préparation le plus simple dans les laboratoires consiste à nitrer soit le phénol, soit son acide sulfoconjugué.

On prépare d'abord l'acide phénolsulfureux en chauffant à 100° un mélange de 1 partie de phénol et 1 partie d'acide sulfurique, on étend ensuite avec 2 à 4 parties d'eau, on verse après refroidissement dans 3 à 4 parties d'acide azotique, en agitant et refroidissant au besoin ; on chauffe ensuite un peu pour compléter la réaction. Par le refroidissement, la couche huileuse formée se prend en cristaux jaunes qu'on laisse égoutter, qu'on lave et qu'on presse.

On peut s'en servir dans cet état pour teindre la laine ou la soie ; on met quelques gouttes de sa solution dans une capsule d'eau chaude, et on y plonge un écheveau de soie préparé et mouillé d'avance : il donne une nuance jaune serin verdâtre et sert surtout dans les teintures mixtes.

L'acide picrique fond à 122°. Il cristallise en lamelles jaune clair. Il est peu soluble à froid et se dissout assez bien dans l'eau chaude, l'alcool, l'éther et la benzine ; chauffé, il détone et fournit de l'azote, du bioxyde d'azote, de l'acide carbonique, de l'acide cyanhydrique et du charbon.

Avec le chlorure de chaux, on obtient la chloropicrine ou nitrochloroforme, $C.Cl^3.(AzO^2)$. Dans une grande cornue tubulée de 2 litres au moins, on introduit une bouillie de 100 grammes de chlorure de chaux, on place la cornue dans un bain-marie froid et on adapte un réfrigérant de Liebig ; puis on verse par la tubulure une solution de 10 grammes d'acide picrique dans 400 à 500 grammes d'eau ; la réaction est très violente, et il distille avec de l'eau une huile dense, jaunâtre ; on chauffe l'eau du bain-marie pour terminer la réaction. La chloropicrine fond à 112° et a pour densité 1,66, ses vapeurs irritent violemment les yeux et le nez, aussi faut-il bien fermer l'appareil. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther ; les alcalis aqueux ne l'attaquent pas; en solution alcoolique, on obtient du chlorure, du nitrate et probablement du formiate alcalin.

L'acide picrique, contenant un oxhydryle phénolique adjoint à trois groupes $Az O^2$, possède des propriétés acides énergiques. Il précipite la plupart des alcaloïdes de leurs solutions ; il sert à caractériser les sels de potasse ; il forme avec les bases des sels cristallisés.

Le sel de soude est très soluble ; on l'a vendu longtemps en Allemagne comme acide picrique pour la teinture ; mais il est beaucoup plus détonant par le choc que cet acide, et l'on a dû renoncer à son usage, à la suite de plusieurs accidents arrivés pendant le transport par voie ferrée. Le picrate de potasse forme de beaux prismes jaunes, solubles dans 270 parties d'eau froide, 14 parties d'eau bouillante et 1000 parties d'alcool ; il est très détonant par le choc et par la chaleur, on peut en faire détoner, sous le choc du marteau, un centigramme renfermé dans un papier plié. Le sel d'ammoniaque est assez soluble dans l'eau ; avec le nitrate ou le chlorate de baryte il sert quelquefois à faire des flammes de Bengale vertes d'un grand éclat. Le sel de baryte est très soluble dans l'eau et ses cristaux sont dichroïques, d'un jaune pâle avec des faces terminales rouges. L'acide picrique est susceptible de former un éther éthylique fusible à 78,5. Il se combine également aux hydrocarbures, en donnant des composés d'addition souvent fort utiles pour caractériser ou purifier ces corps. Le picrate de benzine s'obtient en faisant cristalliser une solution chaude d'acide picrique dans la benzine. Le picrate de naphtaline cristallise en belles aiguilles jaune d'or, lorsqu'on laisse refroidir le mélange des solutions alcooliques de ses deux composants. Le picrate d'anthracène est caractéristique et s'obtient comme le précédent ; ses cristaux sont rouge rubis et fondent vers 170°.

L'acide picrique, chauffé avec le cyanure de potassium, prend une coloration rouge sang et fournit un nouvel acide, extrêmement détonant, l'acide isopurpurique, dont on a essayé l'emploi en teinture, mais qui est trop dangereux pour être manié, même en pâte.

On peut arriver à réduire successivement les trois groupes AzO^2 qui le composent et obtenir le triamido-phénol. Avec les sulfures, ou le glucose en présence de potasse, on s'arrête au premier terme, l'acide picramique ou amidodinitro-phénol, dont les solutions aqueuses sont rouge sang, et qui se combine aux bases par le côté phénolique, ou aux acides par le côté amidé, en donnant des sels cristallisés.

Nous venons de voir que l'introduction dans le noyau du phénol de résidus nitrés augmentait ses caractères acides ; il en est de même quand on fait entrer dans ce noyau des résidus sulfureux, car le phénol se comporte vis-à-vis de l'acide sulfurique, non comme un alcool tertiaire, mais comme un carbure ou dérivé aromatique, en donnant des acides sulfoconjugués.

L'acide sulfurique dissout le phénol et donne, lentement à froid et rapidement à chaud, des acides phénolsulfureux. On devra deux ou trois semaines d'avance préparer un mélange à froid de parties égales d'acide sulfurique et de phénol, et montrer combien il est devenu visqueux ; il cristallise quelquefois au bout d'un temps assez long, et l'on obtient ainsi un acide orthophénolsulfureux, déliquescent et extrêmement soluble dans l'eau. On peut, dans les cours, chauffer au bain-marie 10 grammes de phénol et 10 grammes d'acide sulfurique, reprendre par l'eau après une ou deux heures (l'expérience étant préparée d'avance), saturer par le carbonate de baryte ou de chaux, et filtrer ; on montre dans le liquide filtré la présence d'un sel de chaux ou de baryte soluble, par l'addition d'acide sulfurique ; on sait que le phénol n'attaque pas les carbonates de baryte et de chaux. L'acide obtenu à chaud est le para, et l'acide ortho, en solution, se transforme à chaud en para. Les phénolsulfites se colorent en violet par le perchlorure de fer ; cette réaction se fait aisément en versant dans la solution filtrée du phénolsulfite un peu de perchlorure de fer étendu à la couleur jaune paille.

L'acide phénolsulfureux, ou le phénol et l'acide sulfurique donnent avec l'acide oxalique une matière colorante, mélangée de plusieurs produits, connue sous le nom de coralline ou acide rosolique. On chauffe au bain d'huile 20 grammes de phénol, 8 à 10 grammes d'acide sulfurique et 12 grammes d'acide oxalique, vers 125° ; puis on précipite par l'eau et on lave jusqu'à ce que l'eau se colore en rouge. On obtient ainsi une matière orange, dont on dissout une parcelle dans un alcali. La solution est rouge vif et vire au jaune par les acides ; elle peut servir aux titrages alcalimétriques, et on peut teindre de la soie en orange, dans un bain acidulé par l'acide tartrique.

En chauffant en tube scellé l'acide rosolique avec de l'ammoniaque vers 130°, il se forme, par suite d'une transformation analogue à celle de la cochenille ammoniacale, une matière colorante rouge, qui est la coralline rouge ou péonine. L'aniline et l'acide rosolique se comportent d'une manière analogue et donnent un produit bleu, l'azuline.

Dans le mode de synthèse du phénol que nous avons indiqué, si, au lieu de phénylsulfite de soude, on fond avec la potasse ou la soude le phénylène-disulfite, préparé en chauffant la benzine avec de l'acide sulfurique fumant, ou le chlorophénylsulfite de soude, obtenu avec la benzine monochlorée et l'acide sulfurique, on aura des dérivés de la benzine où deux oxhydryles viendront remplacer les groupes sulfureux ou le chlore, et qui peuvent exister sous trois formes différentes, de même que les phénylène-disulfites ou les chlorophénylsulfites. Ils répondent à la formule $C^6H^4(OH)^2$. Le dérivé ortho, la pyrocatéchine, se produit dans la distillation sèche du cachou, de plusieurs tannins ; on l'obtient mélangée avec d'autres phénols dans la fusion à la potasse du benjoin, de diverses autres résines, du phénol, etc. L'eau de chaux la colore en vert, puis en brun ; elle réduit à l'ébullition les sels d'or, d'argent et la liqueur de Fehling ; le chlorure ferrique la colore en vert bouteille. Son éther monométhylique, le gaïacol, $C^6H^4(OH^5OCH^3)$ se trouve dans la créosote et dans le produit de la distillation sèche de la résine de gaïac.

La résorcine, métadioxybenzine, s'obtient en fondant avec la potasse diverses résines, l'assa-fœtida, le galbanum, la gomme-ammoniaque, ou le phénylène-disulfite ou chlorophénylsulfite de soude. Elle se fabrique aujourd'hui en quantités importantes, par ces derniers procédés, pour l'industrie des matières colorantes. Le chlorure de fer la colore en violet foncé, et le chlorure de chaux en rouge violet peu stable.

Le troisième isomère, l'hydroquinone, renfermant les deux

groupes oxhydryles dans la position para, se forme par réduction de la quinone, $C^6H^4O^2$, produit de l'oxydation de l'acide quinique.

Les trioxybenzines connues sont la phloroglucine, obtenue dans la fusion à la potasse de certains tannins ou résines, et l'acide pyrogallique.

L'acide pyrogallique, $C^6H^6O^3$, se prépare en introduisant, dans une cornue tubulée 1 partie d'acide gallique avec 2 parties de pierre ponce granulée, et dirigeant un courant d'acide carbonique dans la masse placée dans un bain de sable; on chauffe et on recueille dans le récipient 30 pour 100 de l'acide gallique employé.

On peut aussi introduire dans un tube de verre résistant 3 grammes d'acide gallique et 10 grammes d'eau, sceller avec soin et chauffer 1 heure à 210°; pendant le cours, on ouvre le tube, on montre le dégagement d'acide carbonique en coiffant la pointe du tube scellé avec un tube de caoutchouc cassant la partie effilée et faisant barboter le gaz dans de l'eau de chaux. On fait ensuite couler un peu de liquide dans un verre, contenant de l'eau et quelques gouttes de perchlorure de fer faible, il se forme alors une coloration violette; enfin on prouve, par la réduction immédiate du nitrate d'argent ammoniacal, la présence d'acide pyrogallique.

On peut aussi le préparer en faisant chauffer, dans un tube à essais, de la glycérine avec un peu d'acide gallique; on voit les bulles d'acide carbonique se dégager.

L'acide pyrogallique est très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et la benzine. Il réduit les sels d'or et d'argent à froid. En liqueur alcaline, il absorbe rapidement l'oxygène en noircissant. Avec l'eau de chaux, il donne une coloration violette fugitive; avec l'acide azoteux, il donne une coloration brune; l'eau bromée donne un précipité blanc d'acide tribromo-pyrogallique. Presque tous ses caractères, sauf la solubilité et la réduction à froid du sel d'argent, lui sont communs avec l'acide gallique. L'acide pyrogallique se fabrique en quantités considérables pour la photographie et l'industrie des matières colorantes.

Les homologues de la benzine donnent également des phénols. Ainsi le toluène donne trois crésylols, dont un au moins se trouve dans la créosote avec le phénol du xylène ou xylénol, et les éthers monométhyliques de la pyrocatéchine, ou gaïacol, et de ses homologues. Le binitrocrésylol a été employé en teinture sous le nom de *jaune Victoria*. Du toluène dérive aussi l'orcine $C^6H^3(CH^3)(OH)^2$, qui peut se retirer en quantités considérables des lichens. On l'obtient par synthèse en fondant à la potasse du crésylène-disulfite, ou du chlorocrésylsulfite de soude.

La solution d'orcine, traitée par le chlorure de chaux, donne une coloration violette qui disparaît de suite; cette réaction a été utilisée pour titrer l'orcine.

L'ammoniaque, au contact de l'air humide, donne naissance à l'orcéine. L'eau oxygénée et l'ammoniaque déterminent de suite cette transformation. C'est surtout à l'orcéine que l'orseille commerciale doit son pouvoir et sa richesse colorante.

L'orcéine est peu soluble dans l'eau, l'éther; elle est insoluble dans le sulfure de carbone et la benzine et très soluble dans l'alcool et l'alcool amylique; les bases, telles que la potasse et la soude, la colorent en violet, et cette solution vire au rouge par les acides. L'acide sulfurique concentré donne avec l'orcéine une coloration violette. L'orcéine paraît se trouver dans l'orseille avec au moins deux autres produits colorants qui ternissent sa nuance.

Nous venons de voir que les carbures aromatiques engendraient des classes de dérivés substitués qui n'avaient pas d'analogies dans la série grasse; ainsi les dérivés chlorés ne peuvent pas se comparer aux éthers tertiaires; les acides sulfoconjugués n'ont que de vagues points de ressemblance avec les éthers sulfureux acides, et les phénols n'ont aucun caractère même voisin des alcools tertiaires. La différence est encore plus sensible dans les dérivés nitrés, produits par la substitution du groupe AzO^2 à un atome d'hydrogène.

La nitrobenzine, $C^6H^5.AzO^2$, s'obtient facilement en chauffant légèrement, dans un ballon, au bain-marie 150 grammes d'acide azotique fumant, et y versant par très petites quantités 100 grammes de benzine. Quand une nouvelle addition de benzine ne détermine plus la formation de vapeurs rutilantes, la réaction est terminée. On verse la liqueur dans 2 ou 3 litres d'eau : il se forme au fond du vase une couche que l'on décante et qu'on lave encore une fois : c'est la nitrobenzine. Sa densité est de 1,209 à 15°; elle bout vers 215°. Elle est presque insoluble dans l'eau pure, mais se dissout un peu dans les acides faibles. La potasse aqueuse, la chaux, etc., ne l'attaquent pas; mais si on la chauffe avec de la potasse et un corps réducteur, tel que l'alcool ou la poudre de zinc, on obtient de l'azobenzide. Avec les agents réducteurs, en présence des acides, ou avec le sulfhydrate d'ammoniaque, le groupe AzO^2 est remplacé par l'amidogène AzH^2, et l'on a l'aniline.

L'aniline $C^6H^5.AzH^2$, se produit aujourd'hui en quantités considérables dans l'industrie; pour la préparer, on introduit dans une grande cornue d'un demi-litre, chauffé au bain de sable, 60 grammes de limaille de fer, 30 grammes d'acide acétique à 40°, puis 30 grammes de nitrobenzine. On chauffe modérément en reliant la cornue à un réfrigérant ascendant. Après un moment, la réaction devient très vive, on éteint le feu et on laisse se calmer l'effervescence. On ajoute alors quelques grammes d'hydrate de chaux, puis on fait arriver dans la masse un courant de vapeur d'eau. L'aniline est entraînée, et, en saturant de sel l'eau distillée, on rassemble à la surface une huile que l'on décante et que l'on traite par l'acide chlorhydrique faible. La nitrobenzine non attaquée reste; on la recueille et on ajoute à l'eau acide un petit excès de carbonate de soude avec du sel marin. L'aniline se sépare alors pure, si l'on est parti de nitrobenzine pure pour sa préparation, mais renfermant toujours une trace de benzine provenant d'une réduction trop avancée.

L'aniline mélangée de toluidine se purifie aisément par la méthode des saturations fractionnées. On prend des anilines légères, bouillant de 182 à 190°, et on ajoute 20 pour 100 d'acide sulfurique, puis on distille; le produit est additionné

de 10 pour 100 d'acide sulfurique et distillé; enfin ce qui passe est traité par l'acide sulfurique, et le sulfate est traité par une quantité d'éther insuffisante pour tout dissoudre. Les sulfates de toluidine, plus solubles, se dissolvent; celui d'aniline est décomposé par la potasse et distillé; on a ainsi l'aniline pure. Mais l'industrie fournit aujourd'hui, sous le nom d'anilines pour bleu ou pour noir, des produits ne contenant que des traces de toluidine, et qui peuvent être employés tels quels dans la plupart des réactions.

Les acides amidobenzoïques, par exemple l'acide anthranilique, fournissent de l'aniline quand on les distille avec de la chaux sodée, de la même manière que l'acide benzoïque fournit la benzine.

L'aniline est toxique; elle bout à 182° et sa densité à 15° est 1,028. Elle se dissout dans environ 30 parties d'eau, et se sépare de ce liquide par l'addition de sel marin, de carbonate de soude, etc.; elle est enlevée de sa solution aqueuse par l'éther, l'alcool amylique, la benzine.

L'aniline se caractérise facilement par les réactions suivantes :

1° On ajoute à une ou deux gouttes de sa solution quelques gouttes d'acide sulfurique, et on fait tomber un cristal très petit de bichromate de potasse, ou une goutte de la solution de ce sel; il se forme aussitôt une magnifique coloration violette qui dure quelques instants.

2° Dans une solution limpide de chlorure de chaux, on verse goutte à goutte une solution aqueuse, neutre ou à peu près, d'un sel d'aniline : le liquide se colore en bleu, puis en violet ou en rouge sale.

Cette réaction est assez sensible pour avoir permis à M. Berthelot de retrouver des milligrammes de benzine dans un centimètre cube d'autres carbures. Voici comment il conseille d'opérer.

On mélange le carbure à essayer avec quatre fois son volume d'acide azotique fumant, dans un tube maintenu dans l'eau fraîche ; on agite vivement, et après un quart d'heure, on ajoute au liquide 10 volumes d'eau; il se précipite des gouttelettes de nitrobenzine, dont l'odeur suffit souvent pour confirmer la présence de la benzine; on agite avec un peu d'éther qui s'empare de toute la nitrobenzine; on le décante, on le filtre et on l'introduit dans une petite cornue que l'on chauffe légèrement au bain-marie, de manière à chasser tout l'éther. On ajoute alors dans la cornue 1 à 2 centimètres cubes d'acide nitrique et un peu de limaille de fer; on distille à une douce chaleur; quand le contenu de la cornue est presque sec, on ajoute encore 2 à 3 centimètres cubes d'eau et de la chaux éteinte, on agite avec l'éther; on décante la couche supérieure qu'on évapore, et dans le résidu, on recherche l'aniline par le chlorure de chaux.

Les sels d'aniline les mieux définis sont le sulfate et l'oxalate, peu solubles dans l'eau et l'alcool à froid, et le chlorhydrate, qui s'obtient aisément en précipitant par l'acide chlorhydrique gazeux un mélange d'aniline et de benzine.

L'aniline pure, chauffée avec le perchlorure d'antimoine ou l'acide arsénique, se transforme en une matière colorante violette, la violaniline, $3C^6H^7Az - 3H^2 = C^{18}H^{15}Az^3$.

En chauffant vers 160° de l'arséniate d'aniline ou en chauffant dans un tube à essais, volumes égaux d'aniline et d'acide arsénique sirupeux à 76 pour 100, il se dégage de l'eau et la masse devient gris bleu. On la reprend par l'eau, puis par l'eau alcaline; on lave ensuite à l'eau bouillante, et on dissout le produit dans 2 à 3 centimètres cubes d'aniline et 10 à 15 centimètres cubes d'alcool; on filtre et on ajoute 5 à 6 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. Le chlorhydrate de violaniline se précipite ; on le lave à l'eau bouillante acidulée par l'acide chlorhydrique, puis à l'éther.

Pour avoir la base, on dissout le chlorhydrate dans l'alcool et on précipite par la potasse alcoolique.

La violaniline, à l'état de base, constitue une poudre amorphe d'un rouge brun et fond vers 120°; elle est insoluble dans l'eau et la benzine, très peu soluble dans l'éther et l'alcool froid, un peu plus soluble dans l'alcool chaud, très soluble dans l'aniline.

Elle se dissout facilement dans les acides concentrés. Les sels sont violets et solubles dans l'alcool ; l'acide sulfurique concentré les dissout en les colorant en bleu foncé. Chauffée à 100-120° avec l'acide sulfurique à 66°, la violaniline forme des dérivés sulfoconjugués dont les sels sont solubles dans l'eau. En employant dans la préparation de cette matière colorante du chlorhydrate d'aniline, on a des mélanges de violaniline et de bleu de tryphénylène-diamine, qui, sulfoconjugués, s'emploient dans la teinture de la soie, de la laine et du drap sous le nom de bleu Coupier, bleu de Puteaux, induline, etc., et principalement en mélange pour les nuances composées. La violaniline teint mal la soie, et sa teinture sur laine est trop difficile à obtenir dans un cours.

La violaniline renferme trois atomes d'hydrogène substituables ; la substitution s'opère aisément en la chauffant avec l'iodure du radical alcoolique à substituer, ou l'ammoniaque composée renfermant ce radical. Ainsi la triméthylviolaniline s'obtient en traitant la violaniline par l'iodure de méthyle; on l'obtient aussi en oxydant la méthylaniline par l'acide arsénique. En chauffant l'acétate de violaniline à 160-180° avec son poids d'aniline, il se dégage de l'ammoniaque; on dissout le produit dans l'aniline, on filtre, on ajoute 2 volumes d'une solution alcoolique de potasse, on filtre et on précipite par l'acide chlorhydrique en excès. On lave le précipité avec de l'eau bouillante aiguisée d'acide chlorhydrique, puis avec de l'eau froide. On peut aussi obtenir la violaniline triphénylée en chauffant vers 150° équivalents égaux de diphénylamine et de sesquichlorure de carbone.

Cette matière colorante est salifiable, insoluble dans l'eau et l'éther, peu soluble dans l'alcool, très soluble dans l'aniline, et donne avec l'acide sulfurique concentré des dérivés sulfoconjugués, employés en teinture, et qui sont la base de l'encre-poudre Ewig.

La violaniline, en présence d'acide chlorhydrique, perd assez facilement de l'ammoniaque et donne le bleu de triphénylène-diamine $C^{18}H^{12}Az^2$, son dérivé sulfo-conjugué est le bleu marine, qui s'applique sur laine et sur soie.

L'aniline est le seul dérivé monoamidé fourni par la ben-

zine. Les dérivés diamidés ou phénylène-diamines prévus par la théorie et obtenus jusqu'ici sont au nombre de trois.

L'orthophénylène-diamine n'a pas encore reçu d'application.

La métaphénylène-diamine se prépare en grand par la réduction de la binitrobenzine.

Cette binitrobenzine se fabrique en mélangeant la nitrobenzine avec un mélange d'acides sulfurique concentré et nitrique fumant à parties égales tant qu'elle se dissout, et faisant bouillir le tout quelques minutes. Par le refroidissement, il se fait une bouillie cristalline de binitrobenzine, qu'on lave à l'eau et qu'on fait recristalliser dans l'alcool. Elle forme alors de longs prismes, fusibles à 86°, très solubles dans l'alcool chaud. On la réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique; on traite par l'eau bouillante, on filtre et on sature la liqueur de sel avec un excès d'acide chlorhydrique; le chlorhydrate de métaphénylène-diamine se précipite et peut être purifié.

La métaphénylène-diamine fond à 63° et bout à 287°. Elle forme des sels biacides cristallisés.

La paraphénylène-diamine se prépare en réduisant par l'étain et l'acide chlorhydrique l'acéto-nitranilide. L'acétanilide est de l'aniline dans laquelle un atome d'hydrogène soudé à l'azote est remplacé par le radical acétyle; on l'obtient en faisant bouillir au réfrigérant ascendant équivalents égaux d'aniline et d'acide acétique cristallisable; au bout d'une heure, on distille jusqu'à ce que le produit qui passe se solidifie dans le col de la cornue; on change alors le récipient et on recueille de l'acétanilide, fusible à 112° et distillant à 295°, assez soluble dans l'eau bouillante, très soluble dans l'alcool et l'éther. On pulvérise ce corps et on l'introduit par petites portions, en agitant bien, dans l'acide azotique fumant refroidi; on laisse en repos quelques heures et on verse le tout dans l'eau. On recueille sur un filtre le dérivé nitré, que l'on réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique. La paraphénylène-diamine fond à 140° et bout à 267°, ses sels cristallisent très bien. Chauffée avec de l'acide sulfurique et du bioxyde de manganèse, elle donne de la quinone, $C^6H^4O^2$.

Si on chauffe la paraphénylène-diamine avec son poids de soufre à 150-180°, qu'on reprenne par l'acide chlorhydrique, qu'on filtre et qu'on oxyde par le perchlorure de fer, on obtient une matière colorante violette signalée par M. Lauth; son dérivé diméthylé est le bleu de méthylène, employé surtout en impression sur coton.

Le toluène donne, comme le prévoit la théorie, trois nitrotoluènes auxquels correspondent trois toluidines; mais il n'y en a que deux qui se trouvent ou se préparent facilement, ce sont les dérivés ortho et para.

Suivant la température et la concentration de l'acide nitrique, on obtient un mélange plus riche en dérivé ortho ou en dérivé para; ainsi, pour avoir le dérivé ortho, on introduit dans un ballon 110 grammes de toluène et on y fait couler, par petites portions et en agitant, 112 grammes d'acide azotique à 40° et 140 grammes d'acide sulfurique à 66°; la température doit se maintenir entre 30 et 50°. Le nitrotoluène ainsi obtenu est transformé, comme la nitrobenzine, en toluidine ortho. Celle-ci est purifiée soit par la méthode des oxalates, soit par celle de la saturation fractionnée.

Suivant la première méthode, on dissout à l'ébullition, dans 10 litres d'eau, 1 kilogramme d'acide oxalique et on ajoute 2 kil. 400 d'acide chlorhydrique ordinaire à 20° Baumé; puis on verse lentement 4 kilogrammes de toluidine. On fait bouillir et on filtre rapidement sur une chausse ou un tissu de laine; on recueille ainsi un dépôt de bioxalate de paratoluidine que l'on presse, que l'on broie avec un peu d'eau froide pour enlever l'eau mère, que l'on exprime et que l'on distille avec de la soude caustique; on obtient ainsi de la paratoluidine cristallisée. A la liqueur filtrée, on ajoute encore 8 kilogrammes d'acide oxalique, en remuant constamment; il se forme un nouveau dépôt cristallin constitué par les oxalates des deux toluidines: ce dépôt est recueilli pour être traité dans une autre opération. On laisse refroidir les eaux mères; on en prend une petite quantité qu'on additionne d'une solution aqueuse concentrée d'acide oxalique; on agite vivement; s'il ne se fait plus de précipité, on filtre et on sature par un excès de soude caustique; l'orthotoluidine monte à la surface, on la décante et on la soumet à la distillation.

L'autre procédé consiste à traiter le mélange des toluidines par la quantité d'acide sulfurique, étendu de 19 parties d'eau, nécessaire pour former un sulfate neutre avec la proportion de paratoluidine contenue dans le mélange; un titrage par la méthode de M. Rosenstiehl (acide oxalique dans l'éther) indique cette proportion. On verse cette quantité d'acide dans le mélange des bases, on agite bien; on laisse reposer le tout, et l'orthotoluidine vient surnager à peu près pure; on la décante et on la distille.

Si on veut obtenir principalement la paratoluidine, il faut attaquer le toluène par de l'acide azotique pur, de densité 1,47, débarrassé de vapeurs nitreuses par le passage d'air ou d'acide carbonique bien secs; la température doit être maintenue au-dessous de 30°. En réduisant le nitrotoluène ainsi préparé, on isole une toluidine contenant jusqu'à 75 pour 100 de dérivé para; il suffit de la refroidir pour la faire cristalliser.

Les nitrotoluènes ressemblent beaucoup à la nitrobenzine et offrent peu d'intérêt.

L'orthotoluidine bout à 198°, et sa densité à 16° est de 1,002. Son chlorhydrate est efflorescent, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, à peine soluble dans l'éther.

La paratoluidine fond à 45°, bout à 200° et se dissout dans 285 parties d'eau. Son chlorhydrate est peu soluble dans l'éther. Son bioxalate est peu soluble à froid dans l'eau et à peu près insoluble dans la solution des oxalates neutre et acide d'orthotoluidine; la base para ne forme pas d'oxalate neutre (1).

Si l'on traite la paratoluidine par l'acide arsénique, comme nous l'avons indiqué à propos de la violaniline, on obtient

(1) M. Rosenstiehl a fondé sur les caractères de solubilité de ces oxalates une méthode d'analyse volumétrique des deux toluidines dans leur mélange.

une matière colorante jaune, la chrysotoluidine, $C^{21}H^{21}Az^{3}$ En chauffant dans un tube à essais un gramme de paratoluidine, 6 à 10 gouttes d'acide acétique cristallisable et un peu de nitrate mercureux, on obtient la même matière. La chrysotoluidine est une base triacide et renferme trois atomes d'hydrogène remplaçables par des radicaux alcooliques ou aromatiques. La phosphine, superbe matière colorante orange, fort employée en Angleterre, en est un dérivé.

En chauffant avec un agent oxydant, acide arsénique, sesquichlorure de carbone, bichlorure d'étain ou nitrate mercureux, non plus l'aniline ou la paratoluidine, mais le mélange d'aniline et des deux toluidines, tel qu'on l'obtient dans l'industrie, bouillant de 185 à 195°, et qui se trouve dans le commerce sous le nom d'*aniline pour rouge,* on obtient, entre autres produits, quatre matières colorantes homologues dont la teinte décroît du violet au jaune :

Violaniline,	$C^{18}H^{15}Az^{3}$	violette.
Mauvaniline,	$C^{19}H^{17}Az^{3}$	violet rouge (mauve).
Rosaniline,	$C^{20}H^{19}Az^{3}$	rouge violacé.
Chrysaniline (chrysotoluidine),	$C^{21}H^{21}Az^{3}$	jaune.

La mauvaniline est salifiable et renferme trois atomes d'hydrogène substituables.

Elle n'a jamais reçu d'emploi direct; elle forme en grande partie la marque des rosanilines, à nuance un peu plus violette.

La rosaniline est la base la plus facile à préparer et la plus riche comme beauté et intensité de nuance; c'est elle que l'on cherche à obtenir en plus grande quantité.

On l'obtient très facilement en chauffant dans un tube à essais quelques grammes d'aniline pure ou mélangée de toluidine, avec du bichlorure d'étain fumant. Le contenu du tube devient rouge cramoisi; il suffit de reprendre par l'alcool et de verser quelques gouttes de la solution rouge dans de l'eau chaude pour teindre un écheveau de soie préparé d'avance.

Pour reproduire en petit la marche suivie dans l'industrie, on introduit dans une cornue tubulée, munie de son récipient, 12 parties d'acide arsénique sec, 10 parties d'eau, et lorsque l'acide est suffisamment hydraté, 10 parties d'aniline commerciale pour rouge, bouillant de 185 à 195°; on agite de manière à mélanger, puis on chauffe la masse lentement, en maintenant à 140°, puis montant jusqu'à 190°, température qu'il ne faut pas dépasser. Le tout doit durer trois à quatre heures.

On coule le produit tandis qu'il est chaud, et on l'épuise par l'eau bouillante; on filtre les solutions chaudes. La violaniline et une partie de la mauvaniline restent insolubles; le liquide est additionné d'une solution saturée de sel marin, qui précipite le reste de la mauvaniline, la rosaniline et une partie de la chrysotoluidine. On lave le dépôt à l'eau froide, on le dissout dans l'eau bouillante, on filtre, on ajoute 4 pour 100 d'acide chlorhydrique au liquide, on filtre bouillant et on laisse cristalliser. Il se dépose des cristaux de chlorhydrate de rosaniline à peu près pure.

La mauvaniline se sépare facilement de la rosaniline, en ajoutant à leur solution, dans l'eau additionnée d'une notable proportion d'acide chlorhydrique, de petites quantités de sel marin; le chlorhydrate de mauvaniline se précipite, tandis que ceux de rosaniline et ceux de chrysotoluidine ne sont précipités que par l'addition d'une proportion plus considérable de sel.

La violaniline et la mauvaniline se séparent, en traitant le dépôt des arséniates et arsénites mélangés, par la potasse ou la soude bouillante, en quantité suffisante pour saturer les acides. On lave le produit à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne soit plus alcalin, et on le sèche ; on l'épuise ensuite par l'eau bouillante fortement acidulée par l'acide chlorhydrique qui ne laisse que la violaniline; la mauvaniline est précipitée par des additions ménagées de sel, tandis que le liquide retient de très petites quantités de rosaniline et de chrysotoluidine.

Enfin la rosaniline se sépare de la chrysotoluidine par dissolution dans l'eau de chaux ou de baryte bouillante, qui ne dissout que la rosaniline, puis, par cristallisation, dans l'alcool chaud.

La rosaniline, à l'état de base, est incolore ; elle forme trois séries de sels. Les sels monoacides sont très stables, généralement assez solubles dans l'eau qu'ils colorent en rouge cramoisi : les cristaux par réflexion ont une couleur vert cantharide. Les sels diacides s'obtiennent accidentellement; dans l'industrie, ils sont bleus à l'état cristallisé, et leur solution est violette. Les sels triacides sont instables, décomposés par un excès d'eau et d'une nuance jaune marron.

Le chlorhydrate monoacide est très employé, il cristallise bien et est assez soluble dans l'eau; c'est la fuchsine.

En Angleterre, on préfère l'acétate, qui cristallise également très bien, sous le nom de roséine.

Le sulfate se fabrique aussi en certaine quantité ; il est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et l'acide sulfurique faible.

Le chromate, le picrate et le tannate sont insolubles dans l'eau.

La rosaniline renferme trois atomes d'hydrogène substituables, que l'on peut remplacer par des groupes méthyliques, éthyliques, phényliques, etc. En outre, les dérivés à radicaux alcooliques sont susceptibles, à la manière des bases tertiaires, de fixer des iodures alcooliques pour donner des dérivés de l'ammonium.

Les bases éthylées constituent ce que l'on a appelé les violets Hofmann; on les préparait, d'après le procédé indiqué par cet illustre chimiste, en chauffant la rosaniline avec de l'iodure de méthyle ou d'éthyle. On prépare de la rosaniline en traitant le chlorhydrate par la soude faible bouillante, laissant refroidir, puis faisant cristalliser dans l'alcool : la base est introduite dans un tube avec 10 parties alcool et 3/4 de partie d'iodure d'éthyle ; on chauffe 2 heures à 105° et on obtient un violet rouge, mélange des bases mono et diéthylées. Avec 2 parties d'iodure de méthyle on obtient un violet bleu, connu sous le nom de violet lumière, qui est surtout formé par du monométhyliodhydrate de triméthyl-

rosaniline. Ces produits teignent facilement la soie, en bain additionné de quelques gouttes d'acide tartrique.

Le prix élevé de l'iode a fait aujourd'hui renoncer à cette fabrication, qui n'est plus suivie que dans quelques fabriques et pour de petites quantités; on emploie aujourd'hui le violet de Paris ou de méthylaniline. La méthylaniline commerciale s'obtient en chauffant dans un autoclave le chlorhydrate d'aniline avec l'alcool méthylique vers 280° ; à cette température, le sel d'aniline est dissocié ; l'acide chlorhydrique donne avec l'alcool méthylique du chlorure de méthyle qui réagit sur l'aniline et donne les méthylanilines. Le mélange commercial se compose donc de 90-95 pour 100 environ de diméthylaniline, d'un peu de monométhylaniline et d'aniline, puis des toluidines méthylées s'il en existait dans l'aniline employée.

Par la réaction inverse, on arrive à transformer une partie de la diméthylaniline en monométhylaniline, en faisant bouillir la base avec l'acide chlorhydrique.

La monométhylaniline bout à 192°. La distillation la transforme partiellement en aniline et diméthylaniline.

La diméthylaniline bout également à 192°. Son chlorhydrate cristallise difficilement. Dans la préparation de la diméthylaniline, il se forme toujours une certaine proportion de diméthyltoluidines ; de même, en surchauffant la méthylaniline, les groupes méthyliques émigrent dans le noyau phénylique, et on obtient plus ou moins de toluidines et xylidines méthylées.

Pour la préparer dans un cours, on opère ainsi :

Dans un ballon muni d'un entonnoir à robinet et d'un réfrigérant ascendant, on introduit 20 centimètres cubes d'aniline, puis on fait tomber par l'entonnoir à robinet quelques centimètres cubes d'iodure de méthyle. Le mélange s'échauffe et l'iodure de méthyle vient se condenser dans le réfrigérant. Quand on a versé 10 centimètres cubes, et que tout l'iodure est absorbé, on chauffe un moment à 100°, et on montre que l'iodure de méthyle a disparu ; on peut ajouter de la soude et recueillir dans l'éther la méthylaniline formée, ou la distiller avec la vapeur d'eau.

En suivant le procédé industriel, on prépare à l'avance des tubes très forts dans lesquels on introduit 20 grammes de chlorhydrate d'aniline et 15 centimètres cubes d'alcool méthylique pur; on les ferme avec soin, et on les chauffe 8 heures à 225-250°. Au moment du cours, on ouvre les tubes refroidis, qui laissent souvent dégager un peu de chlorure et de méthyle d'oxyde, on traite le contenu par un peu d'eau et de la soude caustique; puis, si on veut le purifier, on le distille en recueillant ce qui passe avant 210°.

La méthylaniline, ainsi obtenue, est transformée en violet, ou rosanilines méthylées, par les agents oxydants, iode, nitrate de cuivre, bichlorure d'étain, etc.

On peut imiter en petit la fabrication industrielle par le procédé suivant ; on dissout à chaud dans le moins d'eau possible 4 grammes de sulfate de cuivre, et on ajoute 2 grammes de sel marin pilé très fin, on mélange et on ajoute encore 10 grammes de sable fin, on broie au mortier et on conserve le mélange sec dans un flacon bien bouché.

Dix grammes de ce mélange, dans une soucoupe, sont humectés de 3 grammes de méthylaniline avec quelques gouttes d'acide acétique cristallisable ; on place sur un bain-marie ou une étuve. Au bout d'un instant, la masse est devenue violette à reflets métalliques verts, indice de la formation du violet.

Le violet se produit facilement en versant dans un tube à essais 2 centimètres cubes de méthylaniline, ajoutant 1/2 centimètre cube de bichlorure d'étain fumant, et chauffant légèrement sur un bec de gaz ; le contenu du tube devient violet, puis s'épaissit. On laisse un peu refroidir, on remplit le tube d'eau bouillante, on le vide dans un verre, et on montre la matière colorante formée. On verse un peu de la couleur dans une capsule d'eau chaude préparée d'avance, acidulée par un peu d'acide tartrique, et on teint de la soie en écheveaux préalablement mouillée.

Le violet de Paris comme le violet Hofmann à nuance bleue ou violet lumière sont des mélanges de triméthylrosaniline et de monométhyliodhydrate de triméthylrosaniline. Les nuances deviennent plus bleues par l'introduction de groupes benzyliques, en les chauffant avec du chlorure de benzyle.

Le diméthyliodhydrate de triméthylrosaniline forme ce qu'on appelle le vert lumière, vert à l'iode, vert de Paris. Il se prépare en introduisant dans des tubes scellés à la lampe 4 grammes d'acétate de rosaniline pure, 8 grammes d'iodure de méthyle pur, et 8 grammes d'alcool méthylique parfaitement pur, surtout exempt d'acétone; le tube fermé est chauffé au bain-marie 3 à 4 heures. On ouvre le tube refroidi, devant les élèves ; on verse le contenu dans une éprouvette d'un demi-litre, renfermant 200 centimètres cubes d'eau et 100 centimètres cubes d'alcool amylique, on agite, et le liquide se sépare en 2 couches, l'une verte aqueuse, l'autre amylique violette. L'alcool amylique enlève le violet restant et permet de purifier le vert. La couche aqueuse décantée est additionnée de 100 grammes de sel marin et de chlorure de zinc ou d'acide picrique, afin de précipiter le vert ; on peut aussi teindre avec une portion du liquide.

Le vert à l'iode est assez instable et ne peut exister que dans des circonstances bien définies, ce qui rend sa fabrication délicate ; vers 120°, il commence à se décomposer, abandonne de l'iodure de méthyle et donne du monométhylate. Il est facile de lui faire perdre ses groupes méthyliques quaternaires ; ainsi en chauffant à 120° avec un fer, de la teinte en vert à l'iode, on transforme le point chauffé en violet, tandis que le reste ne change pas de nuance. En le chauffant avec de la rosaniline, ou laissant quelques jours la solution froide de ces deux couleurs, on obtient du violet de rosaniline méthylée, que l'alcool amylique enlève entièrement à l'eau, et la couche inférieure aqueuse devient incolore.

La rosaniline fournit aussi, outre le mono et le di, un triméthyliodhydrate de triméthylrosaniline ; ce composé est assez stable, bleu, bien cristallisé, et n'a jamais reçu d'application.

La rosaniline peut fixer aussi d'autres dérivés alcooliques. Les dérivés amylés et benzylés ne sont solubles que dans l'alcool et sont violets ou bleus.

En chauffant la rosaniline avec l'aniline, on obtient les phénylrosanilines, qui sont : la monophénylrosaniline, ou violet rouge, désignée sous le nom de violet amaranthe; la diphénylrosaniline, violet bleu, violet de Parme; la triphénylrosaniline, bleu pur ou bleu lumière, bleu de Lyon.

Ce bleu, qui depuis l'apparition des violets Hofmann a été la seule des trois nuances qu'on ait continué à fabriquer, se fait en chauffant dans un tube 5 centigrammes d'acétate de rosaniline et 2 grammes d'aniline, à l'ébullition, ou dans un ballon 5 grammes d'acétate et 15 grammes d'aniline à 170° ; on prélève de temps en temps un échantillon au bout d'une baguette, dont on fait un trait sur une assiette de porcelaine; on humecte cette trace avec un mélange d'alcool et d'acide acétique; quand la nuance est bleu pur, on arrête l'opération. On ajoute 50 centimètres cubes d'alcool et on fait couler le liquide dans 100 centimètres cubes d'eau acidulée par 20 centimètres cubes d'acide chlorhydrique; le bleu se précipite purifié, tandis que l'aniline se combine à l'acide et que le sel d'aniline formé retient en solution la plus grande partie des impuretés. Une petite portion du chlorhydrate du bleu est dissoute dans l'alcool et versée dans un bain d'eau bouillante légèrement acidulée pour teindre un peu de soie.

M. Nicholson a trouvé le moyen de rendre ces bleus solubles dans l'eau en les traitant, comme l'indigo, par l'acide sulfurique. On chauffe le bleu sec en poudre très fine avec 5 à 6 parties d'acide sulfurique à 66 degrés, au bain-marie, jusqu'à ce qu'une goutte soit entièrement précipitée par l'eau, qu'elle ne doit pas colorer, tandis qu'elle se dissout intégralement dans la soude ou l'ammoniaque concentrée. La solution est précipitée par 25 ou 30 parties d'eau et filtrée. Le produit doit se dissoudre en jaune dans la soude concentrée. Le produit à l'état d'acide est complètement insoluble dans l'eau; aussi, pour faire la teinture, on passe la laine en bain alcalin, contenant du borax et du carbonate de soude, et de temps en temps on prélève un échantillon qu'on lave à l'eau acidulée; le bleu se développe alors, et quand on juge la nuance de l'échantillon assez haute, on arrête la teinture; la pièce sort alors avec une nuance grisâtre; elle est passée en eau acidulée par l'acide sulfurique, et le bleu apparaît. La nuance est très solide et ne dégorge pas dans l'eau.

L'industrie emploie trois produits sulfoconjugués :

L'acide monosulfureux, insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis; avec un excès de ces derniers, la solution devient brune. Son sel de soude sert, sous le nom de bleu alcalin, à teindre la laine.

L'acide disulfureux est insoluble dans l'eau acide, soluble dans l'eau distillée; sa solution dans les alcalis est jaune. Il s'applique sur laine et surtout sur soie, et se vend à l'état de sel ammoniacal.

L'acide trisulfoconjugué est soluble dans l'eau pure et acidulée; sa solution dans les alcalis est incolore; il s'emploie surtout sur coton.

En remplaçant l'iodure de méthyle par l'iodure d'éthyle dans la préparation de la méthylaniline, la mono-éthylaniline se forme avec très peu de diéthylaniline; le mélange, oxydé, ne donne naissance à aucune matière colorante; on s'appuie sur cette différence pour trouver l'alcool méthylique mélangé à l'alcool éthylique, dans les eaux-de-vie comestibles. Des deux corps, le plus difficile à faire est la diéthylaniline, différence essentielle avec les méthylanilines.

On connaît aussi les dérivés phénylés de l'aniline. En chauffant 1 partie de chlorhydrate d'aniline et 2 parties d'aniline dans un ballon à long col muni d'un tube condensateur, vers 220 à 250°; il se forme de l'ammoniaque dont la présence peut être constatée en introduisant à l'extrémité du tube un papier de tournesol humide. La réaction ne peut se faire au cours que comme démonstration.

La diphénylamine fond à 45° et bout à 310°; elle est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther, l'alcool, la benzine et l'aniline. Elle se dissout dans les acides minéraux concentrés, et ces sels sont décomposés par l'eau.

Pour en caractériser une quantité, même très petite, dans un mélange, on humecte une petite parcelle de substance avec une goutte d'acide chlorhydrique ou sulfurique dans une soucoupe de porcelaine, et on ajoute une goutte d'acide azotique : il se forme une coloration bleu intense s'il y a de la diphénylamine.

La diphénylamine donne plusieurs dérivés nitrés, entre autres la *citronine* ou corps binitré, et l'*aurantia*, hexanitré, détonant et toxique, d'une couleur orange très belle.

Mais l'application la plus importante de la diphénylamine est la fabrication du bleu qui porte son nom. Il se prépare dans les cours en introduisant dans une cornue chauffée au bain d'huile à 130 degrés, parties égales de diphénylamine et d'acide oxalique sec monohydraté pendant une demi-heure; la réaction étant terminée, on en prélève une partie (2 à 3 grammes) que l'on broie avec 25 à 40 centimètres cubes de benzine afin d'enlever l'excès de diphénylamine ; le produit est recueilli sur un filtre et dissous dans l'alcool bouillant. On prépare un bain de teinture avec 1 litre d'eau bouillante, 15 à 20 grammes d'acétate de soude et 1 gramme d'acide acétique, et on y humecte un écheveau de soie; on ajoute par quelques gouttes à la fois de la solution alcoolique du bleu, en teignant l'écheveau.

On peut obtenir directement un bleu soluble dans l'eau en chauffant pendant une demi-heure à 130° dans une cornue un mélange de 10 grammes de diphénylamine, 25 grammes d'acide oxalique et à la fin de l'opération 5 à 10 grammes d'acide sulfurique ; on prélève ensuite dans la masse 1 à 2 centimètres cubes que l'on traite par l'eau bouillante; la liqueur claire, neutralisée par l'ammoniaque et filtrée, sert directement à la teinture; il est préférable de teindre en bain contenant 1 à 2 grammes d'acétate de soude et en acidulant par l'acide acétique ou tartrique.

Le bleu de diphénylamine a été considéré comme identique avec le bleu de rosaniline, mais nous croyons les deux produits complètement différents; le bleu de rosaniline est bleu violacé, et le bleu de diphénylamine est tout à fait verdâtre quand il est pur et bien préparé. De plus, le bleu de diphé-

nylamine, chauffé dans un courant d'acide chlorhydrique, donne du chlorure de méthyle, ce qui ne fait pas le bleu de rosaniline.

A. PABST.

(A suivre.)

PHYSIQUE

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ A PARIS

CONFÉRENCE DE M. HOSPITALIER

Les générateurs mécaniques d'électricité.

Depuis 1830, époque où Faraday fit connaître le principe de l'induction, c'est-à-dire des courants induits dans un circuit métallique par le déplacement d'un aimant devant ce circuit, de grands progrès ont été réalisés dans cette voie de la transformation d'un travail mécanique en électricité ou, plus exactement, en énergie électrique. 2000 chevaux-vapeur sont employés à cet effet dans le palais de l'Industrie.

Bien que cet imposant résultat soit le développement de la découverte de Faraday, on ne saurait passer sous silence les noms et les dates suivants :

1819. — Oersted : Action du courant sur l'aiguille aimantée.

1820. — Ampère : Électro-dynamique. Action des courants sur les courants et des aimants sur les courants.

1820. — Arago : Électro-magnétisme. Aimantation par les courants électro-aimants.

Le principe de l'induction mis en jeu dans les machines génératrices de l'électricité peut être énoncé très simplement dans les termes suivants :

Tout mouvement relatif d'un aimant et d'un circuit métallique fermé développe dans ce circuit des courants instantanés, dont le sens est tel que leur action connue, d'après les lois d'Oersted et d'Ampère, tend à contrarier le mouvement (loi de Lenz), c'est le principe de l'action et de la réaction, la réaction étant une énergie électrique opposée à l'action, énergie mécanique.

Aussi toutes les machines génératrices d'électricité se réduisent-elles à deux formes principales :

1° Ou elles font tourner les fils conducteurs, dont l'ensemble forme l'armature ou l'induit, dans le champ magnétique d'un aimant ou d'un électro-aimant qui prend le nom d'inducteur;

2° Ou elles font tourner cet aimant inducteur devant le système de fils conducteurs formant l'induit.

Cependant il faut remarquer que toute variation dans l'intensité du magnétisme de l'aimant inducteur entraîne la production de courants dans le fil induit, et cette variation d'aimantation peut être produite par un mouvement mécanique. C'est le principe du téléphone magnétique où le mouvement mécanique est la vibration sonore transformée en courant induit qui reproduit ensuite par reversibilité la vibration sonore dans l'appareil symétrique placé à l'autre extrémité de la ligne (transmission de la force à distance). Le même principe a inspiré la machine de Page (1835) et des appareils médicaux où l'on fait mouvoir des pièces de fer doux devant un aimant permanent autour duquel une hélice de fil est parcourue par les courants d'induction.

Le coup de poing de M. Breguet pour l'inflammation des cartouches de mines est encore une application de ce principe. L'arrachement violent d'une armature en fer détachée, par le coup de poing, des pôles de l'aimant modifie son intensité et fait naître, dans les bobines de fil enroulées autour de ses branches, un courant induit de haute tension dont l'extra-courant produit l'étincelle dans l'amorce.

Les courants d'induction sont instantanés et alternatifs, c'est-à-dire que le premier courant produit pendant la première phase du mouvement relatif de l'inducteur et de l'induit est suivi d'un courant de sens contraire pendant la seconde phase symétrique ou inverse de la première.

Mais on peut diriger tous ces courants dans le même sens à l'aide de commutateurs ou de collecteurs convenables.

On nomme :

Machines magnéto-électriques celles où l'inducteur est un aimant permanent.

Machines dynamo-électriques celles où l'inducteur est un électro-aimant. Ces machines peuvent être à courants alternatifs ou à courants continus. Ces dernières ne diffèrent des autres que par l'adjonction de commutateur ou de collecteurs dirigeant tous les courants dans le même sens; la continuité n'est qu'approximative et résulte de la succession très rapide de courants instantanés.

C'est Pixii qui, en 1832, construisit la première machine magnéto-électrique, en faisant tourner rapidement un aimant à fer à cheval dont les pôles rasent, sans les oucher, les branches d'un électro-aimant. Dans les fils de celui-ci, des courants induits naissent à chaque demi-révolution par suite de l'aimantation et de la désaimantation des noyaux de l'électro-aimant. Un commutateur redresse les courants et les dirige dans le même sens.

En 1833, Saxton fit tourner l'induit devant l'inducteur, ce qui est l'inverse de la disposition Pixii. Clarke modifia un peu la forme de la machine Saxton, mais sans en changer le principe.

En 1835, Page fit connaître la disposition dont nous avons parlé plus haut.

Les machines de Nollet, améliorées par Van Malderen, peuvent être considérées comme la réunion d'un grand nombre d'éléments de Clarke assemblés comme ceux d'une pile.

La compagnie l'Alliance, qui avait construit ces machines dans l'idée assez bizarre de décomposer l'eau pour fabriquer du gaz, fut amenée à supprimer les commutateurs et à utiliser les machines pour l'éclairage électrique par courants alternatifs (phare de la Hève).

Holmes a construit, en Angleterre, une machine analogue.

En 1854, Siemens fit connaître une machine magnéto-électrique dont l'induit consiste en un long cylindre évidé en forme de I sur lequel le fil s'enroule longitudinalement; cette forme d'armature a été depuis très fréquemment employée.

Cette armature tourne entre les pôles épanouis d'une série

d'aimants parallèles, répartis sur la longueur de l'induit et qui l'enserrent de près.

La machine de Siemens constituait un réel progrès, non seulement par sa simplicité, mais par une plus grande intensité des courants d'induction dynamique sur les fils de la bobine. Elle donne à volonté des courants alternatifs ou des courants continus, à l'aide d'un commutateur redresseur.

Ce n'est qu'en 1870 qu'on voit apparaître la machine Gramme, dont la partie caractéristique est l'induit ou anneau mobile que tout le monde connaît aujourd'hui.

Sur un anneau formé d'un faisceau de fils de fer doux sont enroulées des bobines consécutives de fil isolé qui le recouvrent complètement et qui sont reliées les unes aux autres par une série de pièces métalliques, isolées métalliquement, mais réunies en un seul cylindre sur lequel des balais en fil de cuivre recueillent le courant continu résultant de la rotation de l'anneau entre les pôles épanouis d'un fort aimant Jamin.

Il serait difficile d'expliquer simplement le mode de formation et de collection des courants dans la machine Gramme. La théorie en est présentée sous bien des formes. Toujours est-il que l'armature Siemens et l'anneau de Gramme sont aujourd'hui les formes les plus avantageuses et les plus usitées de l'induit.

Les machines dynamo-électriques sont de beaucoup les plus employées dans l'industrie ; les machines magnéto-électriques constituent des engins lourds, chers et encombrants qui ne peuvent lutter avec elles, car on est obligé de donner à la partie mobile des vitesses énormes, ou de constituer l'inducteur par une masse considérable d'aimants.

On donne aujourd'hui la préférence aux machines dynamo-électriques, c'est-à-dire que l'on substitue des électro-aimants aux aimants permanents, pour former le système inducteur. On a ainsi des machines moins chères, moins lourdes et moins encombrantes, l'intensité magnétique étant, à poids égal, de sept à vingt-cinq fois plus forte dans un électro-aimant que dans un courant.

C'est à Wilde que l'on doit, en 1867, la première machine de ce genre ; il la forma à l'aide de deux machines Siemens de dimensions différences. La plus grande était transformée en machine dynamo-électrique par la substitution d'électro-aimants aux aimants. La plus petite conservait sa forme magnéto-électrique et fournissait le courant aux électro-aimants de la première ; elle constituait son excitatrice.

Mais il fallait transmettre le mouvement aux deux machines, ce qui était un inconvénient. On emploie encore, il est vrai, des machines excitatrices isolées, mais seulement pour aimanter les inducteurs de plusieurs autres machines qui sont souvent des machines à courants alternatifs. Quelquefois l'excitatrice est moulée sur le même axe que la machine dynamo-électrique dont elle actionne l'inducteur.

Mais, dans le plus grand nombre des machines, c'est le courant lui-même de l'induit ou une portion de ce courant qui sert à aimanter les électro-aimants de l'inducteur, et la machine est dite *auto-excitatrice*. Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces machines, c'est qu'il n'est pas nécessaire, pour les mettre en marche, de donner à l'inducteur une première aimantation au moyen d'une source électrique spéciale. Le faible magnétisme que le fer conserve toujours dans les noyaux des électro-aimants et même sous l'action terrestre suffit à créer un courant dans l'induit ; ce courant développe le magnétisme des électro-aimants dont il parcourt le fil ; par suite, il augmente lui-même d'intensité, et ainsi de suite jusqu'à la limite que comportent les conditions d'établissement et de fonctionnement de la machine.

La machine de Ladd, exposée en 1867, n'était en somme que l'application de ce principe à une machine Siemens. On le retrouve aujourd'hui appliqué dans les principales machines de Gramme, de Siemens, de Lontin, de Brush.

Toutefois la totalité du courant de l'induit ne passe pas toujours dans l'inducteur, et quelques constructeurs préfèrent ne prendre pour ce service qu'une dérivation du courant de l'induit.

Enfin, dans les machines à courants alternatifs, le courant continu nécessaire à l'excitation de l'inducteur est quelquefois obtenu en redressant une partie des courants alternatifs par un commutateur. Les machines Wilde en sont un exemple.

Les machines dynamo-électriques à courant continu sont excessivement nombreuses ; elles ne diffèrent en réalité les unes des autres que par des dispositions de détail. Nous nous bornerons à mentionner, après les machines Gramme et Siemens, les machines Lontin, dont l'induit est d'une sorte de pignon magnétique formé d'une série d'électro-aimants droits, disposés en séries hélicoïdales sur un tambour en fer. Ce pignon tourne entre les pôles des électro-aimants inducteurs actionnés par le courant total.

La machine Weston est d'un type analogue, avec une légère modification de l'inducteur, dont les pôles sont épanouis.

La machine Maxim se rapproche beaucoup de celle de Siemens par la forme de l'inducteur, et de la machine Gramme par celle de l'induit.

La machine Edison, remarquable par de très gros électro-aimants inducteurs et le mode spécial de construction de l'induit.

Enfin la machine Brush, dont l'anneau évidé tourne entre les pôles de deux forts électro-aimants inducteurs, qui l'actionnent sur les plats et non sur la circonférence extérieure. Elle fournit une force électromotrice considérable.

On emploie encore aujourd'hui, pour la production de la lumière dans les bougies et dans les phares, des machines à courants alternatifs.

Ces machines, qui sont souvent actionnées par une excitatrice spéciale, indépendante, envoyant un courant continu dans les électro-aimants inducteurs, sont aussi quelquefois auto-excitatrices, soit parce que l'excitatrice est montée sur l'axe même de la machine, soit parce que les électro-aimants inducteurs sont actionnés par une partie des courants alternatifs redressés à cet effet par un commutateur.

Le rôle de ces machines, spéciales à la lumière, est, en général, de servir à plusieurs lampes des forces sur un même circuit et quelquefois même plusieurs circuits distincts.

Aussi la couronne de bobines qui compose l'induit est-elle divisée en plusieurs séries dont chacune alimente un circuit. C'est ce qui leur a fait donner le nom de *machines à division.*

M. Lontin a construit la première machine de ce genre avec induit fixe et inducteur mobile.

M. Gramme construit des machines du même genre.

M. Siemens rend l'inducteur fixe et fait tourner l'induit entre deux séries de bobines inductrices.

Les machines peuvent d'ailleurs être variées à l'infini dans leurs dispositions.

Une machine génératrice d'électricité transforme le travail mécanique en énergie électrique. Or, comme le travail mécanique, l'énergie électrique est un produit de deux facteurs : 1° une quantité d'électricité circulant pendant l'unité de temps dans le circuit extérieur ; 2° une tension ou force électromotrice ou différence de potentiel, représentant la pression d'écoulement de l'électricité. On peut la comparer à une pompe élévatoire. Le travail est représenté par la quantité d'eau montée dans l'unité de temps multipliée par la hauteur d'ascension.

Une machine peut être construite de manière à faire prédominer à volonté, dans la transformation de travail qu'elle effectue, l'un ou l'autre de ces deux facteurs.

Elle est une machine de quantité, si elle donne de grandes quantités d'électricité avec une faible tension, et l'on emploie ces machines quand le circuit extérieur à desservir ne présente qu'une faible résistance. Tel est le cas des machines à galvanoplastie, des machines à lumière à incandescence dont les lampes sont placées en dérivation, etc., etc.

Elle est, au contraire, une machine de tension, quand elle produit une quantité d'électricité modérée, mais en lui donnant une tension considérable, afin de desservir un circuit extérieur très résistant. Tel est le cas des machines Brush, qui desservent 40 lampes sur un circuit avec une tension de 2200 volts, soit 2200 éléments Daniell environ.

Il y a donc une corrélation nécessaire entre la machine et le circuit qu'elle dessert. Les machines ont d'ailleurs une certaine élasticité dans la production, quand on fait varier leurs vitesses ou qu'on introduit des résistances nouvelles pour modifier le courant excitateur et par suite, le champ magnétique.

Certaines machines sont disposées d'ailleurs de telle façon, que l'on puisse assembler leurs éléments comme ceux d'une pile, soit pour augmenter la tension aux dépens de la quantité, soit pour produire l'effet inverse. On peut, d'ailleurs dans certaines limites, assembler de même plusieurs machines de même mature, soit en tension soit en quantité, et les combinaisons sur ce point n'ont d'autre limite que les conditions imposées par la pratique.

Au point de vue du rendement, on peut admettre qu'il ne sera pas réalisé de perfectionnement bien important, et que c'est plutôt sur l'économie des frais de construction, encore assez élevés, qu'il reste quelque chose à faire. En effet, le travail mécanique donné aux machines produit en général de 80 à 85 pour 100 de rendement en énergie électrique ; c'est tout ce que l'on peut demander aux mécanismes les plus perfectionnés.

REVUE D'HYGIÈNE

La myopie scolaire : mesures recommandées en France concernant l'impression des livres, l'enseignement de l'écriture, le mobilier des écoles, l'éclairage des salles, éclairage unilatéral ou bilatéral, mesure de cet éclairage. — Le plomb dans l'alimentation journalière ; prescriptions et précautions relatives aux usines où se fabriquent et se manipulent les composés saturnins, ainsi qu'aux ouvriers travaillant le plomb et ses composés. — Prohibition et inspection en France des viandes porcines de provenance étrangère ; innocuité de ces viandes sous la sauvegarde de leur cuisson.

Les efforts si considérables réalisés depuis quelques années en France en faveur de l'éducation et de l'instruction publiques ont nécessairement appelé l'attention sur les multiples détails qui, soit dans la construction et l'aménagement des édifices scolaires, soit dans l'éducation même de l'enfant, peuvent assurer à celui-ci les avantages, si importants, si impérieux pour lui, d'un milieu salubre et des habitudes hygiéniques les plus précises. Il y a deux ans qu'à la suite d'un certain nombre de travaux publiés dans notre pays sur les causes diverses de la myopie dans les écoles, M. le ministre de l'instruction publique nomma une commission pour l'étude de cette question spéciale, et voici que cette commission, prenant le titre plus étendu de commission de l'hygiène des écoles et complétée par l'adjonction de nouveaux membres, vient d'être chargée par un nouveau décret d'étudier « les questions relatives soit au mobilier scolaire, soit au matériel d'enseignement, soit aux méthodes et aux procédés d'instruction dans leurs rapports avec l'hygiène ».

La myopie scolaire, nos lecteurs le savent par les remarquables études que M. le docteur Javal a publiées ici même à ce sujet, préoccupe de plus en plus les hygiénistes. Lorsqu'elle n'est pas héréditaire, déclare le rapporteur de la commission ministérielle, M. le docteur Gariel, elle s'installe aisément chez l'écolier qui fait des efforts d'accommodation et se penche pendant son travail ; il faut donc lutter contre les causes qui amènent les enfants à se pencher ; ces causes sont : l'éclairage défectueux, le mobilier disproportionné à la taille, les mauvaises méthodes d'écriture, son enseignement prématuré, enfin les livres imprimés trop fin.

Les prescriptions recommandées par la commission en ce qui concerne les dernières de ces causes sont depuis longtemps approuvées par tous les hommes compétents, médecins et pédagogues ; c'est ainsi que le papier des livres doit être jaunâtre ; les livres scolaires ne devront pas être imprimés plus fin que le 8 interligné ; chaque ligne avec son blanc occupera par suite une hauteur minima de $3^{mm},384$; il n'y aura pas en moyenne plus de sept lettres par centimètre courant de texte ; on refusera enfin tout livre qui, éclairé par une bougie à 1 mètre, cessera d'être lisible, par une bonne vue, à 80 centimètres de distance, et, pour les cartes géographiques, cette distance sera de 40 centimètres au moins. Quant à l'écri-

ture et aux attitudes vicieuses qu'elle peut engendrer si aisément, comme l'a depuis longtemps montré M. le docteur Dally, la commission estime qu'on évitera du même coup la scoliose et la myopie en exigeant, selon l'ancienne formule de George Sand, « l'écriture droite sur papier droit, corps droit » ; en outre, il ne faut pas commencer trop tôt l'enseignement de l'écriture, sur le papier du moins, et l'enfant ne devrait l'apprendre que lorsqu'il saurait déjà tracer ses lettres au tableau, en écriture droite et sans liaisons.

Le mobilier scolaire, si nous en croyons l'analyse du rapport de la commission qu'a publiée le numéro 273 du *Journal d'hygiène,* devra dorénavant être disposé de telle sorte que la distance horizontale soit rigoureusement négative entre le bord antérieur des bancs à une ou deux places et le bord postérieur de la table ; ainsi l'enfant sera empêché d'abaisser son menton sur la table. Le dossier ne sera pas vertical, car il fatiguerait l'enfant en le soumettant à une immobilisation exagérée ; il sera incliné, et, dans les grandes classes, remplacé par des chaises mobiles bien préférables. Les tables seront légèrement inclinées pour que le papier soit perpendiculaire aux rayons visuels ; de cette façon, l'enfant n'aura nul besoin de pencher la tête en avant. Enfin, quand le jour est insuffisant, on autorisera les enfants à tenir le livre à la main et à éclairer en plein la page qu'ils lisent. Le cahier de décembre du *Giornale della Societa italiana d'igiene* publiait précisément un modèle de banc pour les asiles d'enfants, imaginé par M. le docteur Pagliani, professeur d'hygiène à l'Université de Turin, et qui remplit toutes les conditions indiquées par la commission française ; la table, comprenant deux bancs isolés, et ces bancs eux-mêmes sont très ingénieusement disposés pour tous les âges, et notamment quand il s'agit de petits enfants, de manière à leur permettre de reposer, lorsque le sommeil les prend, sans avoir à craindre d'attitudes dangereuses ; de plus, les courbes du siège et du dossier sont en quelque sorte moulées sur les courbures normales du rachis et l'angle des membres inférieurs avec le corps dans la position assise.

Mais le problème le plus difficile à résoudre et qui résume toute l'hygiène scolaire, c'est assurément celui de l'éclairage des classes ; ainsi que le démontre M. le docteur Bertin-Sans, professeur d'hygiène de la Faculté de médecine de Montpellier, dans une très intéressante étude parue dans les numéros de janvier et de février derniers des *Annales d'hygiène publique,* la généralité et la persistance d'action de ce principal facteur dans la production de la myopie scolaire ne sauraient être niées, mais son mode d'intervention a été diversement interprété : c'est ainsi, par exemple, que M. Émile Trélat recherche la qualité du jour et réclame l'éclairage unilatéral par la moitié boréale de la voûte céleste, tandis que M. Gariel, incriminant l'insuffisance d'intensité, en appelle à l'éclairage bilatéral pour augmenter, sans restriction aucune, la dose de lumière diffuse. Mais si, comme le fait remarquer M. Bertin-Sans, la lumière boréale est plus saine pour la vue, si le faux jour qui résulte d'un éclairage bilatéral est moins propre à l'éducation du sens plastique, le résultat d'une installation vicieuse à ces égards sera plutôt de la fatigue oculaire, de l'asthénopie que de la myopie. Sans doute, il est bon d'éviter aussi cet inconvénient, et l'on y arrive par l'éclairage bilatéral différentiel, en faisant dominer l'une des deux sources de lumière sur l'autre ; mais c'est naturellement par le défaut de quantité que le vice de l'éclairage, exagérant le travail d'accommodation, pourra surtout provoquer la myopie, le principal aboutissant morbide du milieu scolaire en ce qui concerne la vue. Sans repousser le conseil d'inégaliser les sources lumineuses pour éviter la fatigue oculaire que redoute M. Émile Trélat, on en viendra donc toujours à cette conclusion que l'insuffisance de l'éclairage dans les classes est une des causes les plus actives de l'excès d'accommodation, et peut être, par conséquent, envisagée comme la cause principale de la myopie scolaire.

Ces judicieuses considérations ont évidemment été partagées par la commission, car elle a également conclu à la nécessité de fournir le plus de lumière possible dans les salles d'école, puisqu'elle a décidé qu'il doit faire suffisamment clair à la place la plus sombre de la classe, et que l'étendue la plus petite du ciel, qui doit être vue de la place la moins favorisée, doit être verticalement d'au moins 30 centimètres, comptée à partir de la partie supérieure de la classe. Quant à l'éclairage de nuit, il faut multiplier le plus possible les sources lumineuses ; le gaz, muni de becs circulaires avec régulateurs constants et cheminées de verre, ne serait aucunement nuisible à l'hygiène oculaire, à condition toutefois que les flammes ne rayonnent pas directement et qu'une ventilation bien comprise balaye à la fois l'excès d'acide carbonique et l'excès de chaleur développés par la combustion. Mais la commission ne s'en est pas moins dérobée au choix à faire entre l'éclairage unilatéral et l'éclairage bilatéral, comme si l'abondance de lumière pouvait être la même dans l'un ou l'autre de ces systèmes si discutés aujourd'hui.

Les divergences des hygiénistes auraient cependant besoin d'une base précise d'appréciation à cet égard, d'autant que si les partisans de l'éclairage bilatéral peuvent dire avec M. Gariel : tant qu'il ne s'agit que de lumière diffuse n'arrivant pas en face ou par dessous, on ne peut jamais en recevoir trop dans une classe, ou, avec M. Javal, qu'il n'y a jamais trop, qu'il n'y a jamais assez de lumière artificielle, on peut cependant, à l'exemple de M. Bertin-Sans, et tout en admettant qu'un excès d'accommodation doit amener la myopie, et qu'un défaut d'éclairage doit entraîner un excès d'accommodation, se demander si l'éclairage le plus fort est le meilleur et si l'éclairage effectif des écoles est de nature à exiger un excès d'accommodation. La réponse à ces questions, il faut la demander à une observation à la fois directe et analytique, bien dirigée, dans toutes les écoles ; la myopie s'atténue-t-elle indéfiniment par l'accroissement de la lumière diffuse, ou n'y a-t-il pas ici un degré qu'il faut atteindre sans qu'il y ait avantage, sans qu'il y ait même danger à la dépasser ; l'excès d'éclairage n'est-il pas aussi dangereux que son défaut ? Aussi M. Bertin-Sans, rappelant les difficultés des examens nécessaires, pour élucider ce problème à l'aide des appareils actuellement employés à cet effet, en fait connaître un nouveau, sorte de photomètre de Rumfort renversé,

avec lequel il cherche à comparer les différentes distances où une même source de lumière cesse de projeter l'ombre d'une tige opaque contre un écran placé dans les espaces ou sur les pupitres variablement éclairés.

Les écoles récemment construites permettront de fixer, plus que ne l'a fait la commission officielle, les règles de l'éclairage et l'on pourra bientôt trouver de nouveaux éléments à ces recherches dans cette exposition des édifices et du mobilier scolaire, qui doit s'ouvrir dans quelques mois à Paris; mais dès aujourd'hui, en dehors des nombreuses écoles à éclairage bilatéral qui existent en France, il en est quelques-unes pour lesquelles on a sacrifié à l'autre système, notamment à Saint-Denis, où M. Laynaud vient d'installer dans de très heureuses conditions de salubrité et d'aménagement intérieur des écoles à jour unilatéral pour sept cents enfants.

Parmi les nombreux ennemis que l'homme est exposé à rencontrer dans son alimentation journalière, ennemis dont le nombre s'accroît d'ailleurs chaque jour, par une singulière antithèse, avec les progrès de la science et les ressources de jour en jour plus développées de l'alimentation elle-même, en est-il un qui ait des modes d'absorption plus insidieux que le plomb et qui s'introduise aujourd'hui par des voies plus diverses dans nos organes? Telle est la remarque que M. le docteur Armand Gautier faisait, il y a quelques mois, au début d'un mémoire très important qu'il communiquait à l'Académie de médecine et qu'il vient de publier avec de plus grands développements dans les *Annales d'hygiène* de janvier 1882. Car ainsi que le faisait remarquer M. le professeur Brouardel devant la Société de médecine publique (*Revue d'hygiène*, 20 décembre 1881), il a fallu quarante ans pour arriver à reconnaître les effets de ce poison introduit à très petites doses, dans l'économie, et il n'y a pas plus de vingt ans qu'on a pu en reconnaître les causes multiples. M. Armand Gautier montre que le plomb existe dans les conserves d'aliments végétaux, dans les conserves de poissons, de crustacés, dans les foies gras, les viandes conservées, comme dans nos boissons, dans l'eau potable et les eaux artificielles chargées d'acide carbonique, aussi bien que dans les boissons et condiments acides conservés dans le cristal, dans les vases et ustensiles d'étain, et enfin dans les enduits de nos murailles et de nos meubles, les laines et les soies de nos habits, le cuir de nos chaussures, notre vaisselle, les toiles vernies de nos tables, etc. C'est grâce à des procédés d'analyse des plus précis que M. Gautier a pu faire ces diverses constatations; nous n'en reproduirons pas les longs détails techniques, mais nous indiquerons cependant celui qu'il a imaginé pour constater la présence du plomb dans une soudure, un fer-blanc, un étamage, un vase de métal. Ce procédé, des plus pratiques, est fort sensible et permet même d'apprécier jusqu'à un certain point la proportion du métal toxique; il consiste à verser deux gouttes d'acide acétique au 10e sur la surface de l'objet métallique, à laisser évaporer à l'air, puis à toucher avec une solution de chromate de potasse au 100e, à laisser sécher, et laver à l'eau; le chromate jaune de plomb, ainsi obtenu, est adhérent au métal; il ne change pas de teinte au bout de plusieurs jours et la touche peut être conservée comme témoin; dès que le fer-blanc traité ainsi donne une tache jaune nette, il doit être rejeté, et s'il sert d'enveloppe à une conserve d'aliments, ceux-ci doivent être tenus pour suspects, la soudure fût-elle à l'extérieur, comme l'exigent les nouveaux règlements. L'usage aujourd'hui si répandu de ces conserves renfermées dans des boîtes métalliques, soudées au moyen d'un alliage plombifère, a nécessairement, en effet, pour résultat l'introduction d'une petite quantité de plomb dans l'économie; d'après M. Gautier, les doses de plomb ainsi absorbées, faibles en général avec les légumes (de 0 à 5 milligrammes de métal par kilogramme), sont beaucoup plus fortes avec les aliments riches en graisses et spécialement avec les poissons conservés dans l'huile, qui contiennent en moyenne 36 milligrammes de plomb par kilogramme; les huiles qui les baignent en sont encore plus chargées; quant aux conserves de viandes, elles peuvent contenir le plomb à des doses très variables, et l'on y trouve de 0 à 1gr,480 de plomb par kilogramme. M. Gautier montre nettement que c'est à l'état d'albuminate soluble dans les acides de l'estomac que le métal paraît exister dans les légumes et les viandes, à l'état d'oléate dans les corps gras et de palmitate dissous dans les graisses, absorbables avec elles lors de leur émulsionnement dans le tube digestif.

Le plomb et ses nombreuses préparations, solubles ou insolubles, toutes vénéneuses, sont, on peut le dire, aujourd'hui dans toutes les mains; une récente instruction de M. le préfet de police, rédigée par le Conseil d'hygiène de la Seine, énumère ainsi qu'il suit les groupes d'ouvriers auxquels elle s'adresse; ce sont les fabricants de céruse, massicot et minium; les peintres en bâtiments, voitures et meubles coloriés; les mastiqueurs, ponceurs et brûleurs de peinture; les fabricants de potée d'étain; les potiers d'étain et de terre émaillée; les faïenciers; les fabricants d'émaux; les fondeurs de plomb et de ses alliages; les marchands et broyeurs de couleurs; les fondeurs et polisseurs de caractères d'imprimerie; les chefs d'ateliers de typographie; les polisseurs de glaces et de camées; les fabricants et tailleurs de cristal; les chaudronniers et mécaniciens; les dessoudeurs de boîtes de fer-blanc; les cartouchiers; les apprêteurs de poils, de cuirs et de dentelles à l'acétate de plomb et à la céruse; les fabricants de toiles cirées, papiers glacés, papiers peints, mèches à briquet plombifères, etc.

Depuis longtemps, on le sait, on se préoccupe d'assurer au moins aux ouvriers de ces industries un ensemble de prescriptions et de précautions qui les mettent autant que possible à l'abri de l'intoxication saturnine, intoxication qui amène près de sept cents ouvriers, chaque année, dans les hôpitaux de Paris. Le récent rapport du Conseil d'hygiène de la Seine, rédigé par M. Armand Gautier, est un exposé très complet de ces prescriptions; c'est ainsi qu'en ce qui concerne les usines à céruse, massicot et minium, il demande qu'elles soient ventilées, balayées, lavées à grande eau dans toutes leurs parties; les opérations de l'écaillage, de l'épluchage et de l'écrasage de la céruse et du massicot

notamment doivent être faites sous l'eau ou sur des matières sortant de l'eau et ruisselantes; les broyages et blutages de la céruse, du massicot ou du minium seront pratiqués dans des appareils clos à parois de tôle rivés; les raclages, cassages, broyages, moutures, brossages de ces substances seront opérés autant que possible mécaniquement; les manipulations directes avec jet à la pelle, les transports en chariots ou brouettes ouvertes sont interdits pour les matières sèches, etc., etc. Pour ce qui regarde les prescriptions et conseils relatifs aux ouvriers eux-mêmes, le rapport dit sagement que l'absorption des composés plombiques peut se faire par le simple contact avec la peau, mais qu'elle a surtout lieu par la bouche, les narines et le jeu de la respiration; en conséquence, les ouvriers sont tenus, dans l'intérêt commun, de prévenir tout dégagement de ces composés à l'état de poussières et d'éviter tout contact direct inutile avec le plomb et ses préparations; la propreté de leur personne, de leurs vêtements, de leurs outils et en particulier de leurs mains, de leur figure et plus particulièrement de leur bouche au moment de leurs repas est une condition indispensable de leur santé; ces précautions, jointes à une bonne alimentation, surtout si l'on évite tout excès, et en particulier l'abus des boissons suffisent pour rendre leur travail à peu inoffensif. Telles sont les principales prescriptions que recommande cette importante instruction et qu'il faut vraiment souhaiter de voir imposer dans toutes les usines où se manipule, sous quelque forme que ce soit, ce métal toxique dont les dangers et les effets ne peuvent plus être contestés.

Notre alimentation journalière n'est pas seulement exposée à rencontrer, dans les ustensiles dont nous nous servons, des éléments d'intoxication, des causes morbides plus ou moins graves; les aliments même dont nous faisons notre nourriture peuvent renfermer ces substances nuisibles à la santé, introduites en connaissance de cause ou provenant de l'insalubrité des produits eux-mêmes. On a pu voir depuis quelque temps ici même tout ce que le laboratoire municipal de chimie de la préfecture de police a déjà dû signaler comme introduit dans la consommation publique par la spéculation commerciale: les dérivés azoïques dont M. Pabst a fait une étude si approfondie, les falsifications si multiples du lait, le salicylage des substances alimentaires qui fait insidieusement et lentement pénétrer dans l'économie un produit dont les doses incessamment renouvelées deviennent alors des plus dangereuses et qui sert surtout à faire passer, comme on dit, des matières plus ou moins gâtées et suspectes, etc., tous ces produits et tous ces procédés, bien qu'ils nécessitent de longues recherches pour fournir la preuve absolue des intoxications chroniques qu'ils déterminent, exigeront bientôt une répression autrement sévère que celle à laquelle ils sont parfois soumis aujourd'hui en France; il faut espérer qu'en donnant au mot falsification une définition juridique suffisamment large et précise (elle est encore à trouver), on pourra enfin assimiler, comme le faisait remarquer un grand manufacturier, M. Kœchlin-Schwartz, dans l'une des dernières séances de la Société de médecine publique, les falsifications sur les produits alimentaires à celles des produits industriels. C'est là une réforme qui s'impose de plus en plus à l'attention publique.

Il ne faudrait pas cependant faire de ces principes une application trop absolue, et il convient de n'agir qu'avec une extrême circonspection dans des questions aussi complexes; on le voit bien en ce moment où il faut établir un *modus vivendi* définitif en ce qui concerne l'introduction en France des viandes de porc conservées, dites viandes américaines, qui sont en grande partie infestées de trichines. On se rappelle qu'à la suite de la constatation de trichines en abondance dans les jambons et lards américains, le gouvernement crut devoir, malgré l'avis du Comité consultatif d'hygiène publique, prohiber complètement, au mois de février 1881, l'introduction de ces viandes; mais, afin de ne pas entraver les engagements commerciaux en cours d'exécution, il en autorisa momentanément l'entrée, après un examen microscopique, pour lequel il créa d'abord un service spécial au Havre, en attendant de l'installer dans un certain nombre de ports et de villes des frontières de terre. Mais l'on ne tarda pas à remarquer que cette inspection était très longue à faire, qu'elle nécessiterait un personnel extrêmement nombreux, et qu'elle était si illusoire, que l'importation des salaisons de porc n'avait pas diminué depuis le décret de prohibition, car les jambons et lards américains, au lieu d'arriver directement en France, se rendaient d'abord dans les autres pays, d'où, après avoir reçu la forme extérieure de jambons d'York, de Mayence, de Bayonne, et même de Bretagne, ils étaient aisément introduits par nos frontières. Aussi une nouvelle proposition vient-elle d'être soumise au parlement, par laquelle les viandes de porc salées de provenance étrangère pourront être importées en France à la condition d'être accompagnées d'un certificat attestant que la viande a subi une préparation complète et qu'elle répond au type connu dans le commerce sous le nom de *fully cured*.

La commission de la Chambre des députés, placée entre ce projet, qui ne fait que déplacer la question, et un autre projet de prohibition absolue, vient de solliciter l'avis de l'Académie de médecine, et voici ce que celle-ci a répondu, mardi dernier 28 février, sur la proposition de MM. Bouley et Proust: Il n'est pas nécessaire de soumettre à une inspection microscopique les viandes porcines d'importation étrangère pour prévenir l'infection trichinosique chez les populations qui font usage de ces viandes, les habitudes culinaires de ces populations ayant été démontrées jusqu'à présent efficaces à les préserver de cette infection; il suffit, pour les tenir en garde contre les dangers possibles de l'usage de la viande de porc consommée crue ou incomplètement cuite, de les leur signaler dans une instruction spéciale, qui serait distribuée dans toutes les communes par les soins de l'administration.

Il faut, en effet, remarquer qu'on importe en France annuellement, depuis quelques années, de 30 à 40 millions de kilogrammes de ces viandes; elles sont manifestement trichinées en très grande partie, et cependant, grâce à notre

habitude de ne manger la viande qu'après une cuisson prolongée, aucun cas de trichinose n'a été observé qui puisse leur être attribué. Lorsqu'on se trouve en présence d'un procédé aussi simple et aussi efficace que la cuisson de ces viandes suspectes (une heure par kilogramme environ), pour mettre à l'abri de tout danger, on ne concevrait pas qu'on entravât inutilement leur commerce important et qu'on retirât de la consommation publique des viandes à bon marché, en grande abondance et dont la qualité est en général excellente; car ces jambons et ces lards, même ceux qui sont trichinés, ont un bel aspect, et les trichines, une fois cuites, ne sont plus que de l'albumine se digérant comme toutes les matières analogues.

Nous nous en arrêterons là pour cette Revue, afin de pouvoir, à la fin de ce mois, examiner avec détail les récentes recherches entreprises en ce qui concerne l'évacuation des vidanges dans les villes. M. Émile Trélat vient de présenter à la Société de médecine publique un rapport sur cette grave et importante question, et ce rapport sera discuté dans la séance du 22 mars. La lutte promet d'être vive entre les partisans des divers systèmes proposés; nous voudrions aussitôt en faire connaître les diverses phases.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 20 FÉVRIER 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* étudie jusqu'ici les chlorures, bromures et cyanures doubles. Il vient maintenant aux iodures.

Ce sel existe d'ailleurs dans les dissolutions; sa formation étant la condition même qui détermine la dissolution de l'iodure de mercure.

Les quatre sels haloïdes simples de mercure se combinent chacun avec le sel haloïde correspondant du potassium, pour former un sel double, ou plusieurs sels doubles, qui existent, tant à l'état cristallisé que dans l'état de dissolution: ces sels jouent un rôle capital dans les doubles décompositions salines.

On sait que les chlorures, bromure, iodure, cyanure de mercure se combinent deux à deux, en formant des sels doubles, parfois cristallisables.

L'auteur a étudié la chaleur de formation de ces sels par deux procédés distincts: par voie humide, en opérant sur les dissolutions; par voie sèche, en fondant deux sels simples ensemble dans des proportions équivalentes, puis en dissolvant le produit.

Cette étude fournit des renseignements intéressants sur les changements physiques et chimiques successifs des sels doubles et de systèmes équivalents.

— M. *A. Joly* a repris les expériences sur la saturation de l'acide phosphorique par les bases et sur la neutralité chimique.

Il a substitué au tournesol, pour indiquer la limite de saturation, une substance employée en teinture sous le nom d'*orangé n° 3* (Poirrier), et une autre matière tinctoriale qui paraît avoir la même constitution chimique, l'*hélianthine*.

Une solution renfermant par litre 11gr,84 de PhO^5 (1 équivalent = 6 litres environ) a donné: par la soude (deux solutions différentes), 11gr,70 — 11gr,83; par la potasse, 11gr,76, par l'ammoniaque, 11gr,80. Une seconde dissolution, renfermant 18gr,09 PhO^5 (1 équivalent = 4 litres environ), a accusé: par la soude, 17gr,98; par la potasse, 18gr,09; par l'ammoniaque, 18gr,2.

— M. *Joannis* a étudié la chaleur de neutralisation de l'acide ferricyanhydrique par la potasse; il a eu recours à des méthodes indirectes, il a vu d'abord l'action de l'acide sulfurique étendu sur le ferricyanure de potassium, puis l'action de l'acide tartrique.

La différence entre les deux derniers nombres est, dans les limites d'erreur, la chaleur de neutralisation de l'acide bromhydrique, 13cal,8 au lieu de 13cal,7. Du reste, une expérience de contrôle, faite avec l'acide chlorhydrique, dont la chaleur de neutralisation est la même que celle de l'acide bromhydrique, a montré qu'en mélangeant une dissolution de ferricyanure de potassium et d'acide chlorhydrique il ne se produisait aucun phénomène thermique. On a donc

		Calories.
$H^3Fe^2Cy^6 + KO,HO = H^2KFe^2Cy^6$	dissous	+14,6
$H^2KFe^2Cy^6 + KO,HO = HK^2Fe^2Cy^6$	»	+14,5
$HK^2Fe^2Cy^6 + KO,HO = K^3Fe^2Cy^6$	»	+14,4

Ces nombres sont très peu différents, ce qui montre que l'acide ferricyanhydrique est un véritable acide tribasique, les 3 équivalents de base jouant le même rôle dans la saturation.

Et il a obtenu les nombres suivants:

Au moyen de l'acide sulfurique	$+3\times14,3$
Au moyen de l'acide tartrique..........	$+3\times14,4$
Au moyen de l'acide ferricyanhydrique......	$+3\times14,5$

— MM. *A. Bleunard* et *G. Vrau* ont voulu définir l'action de l'iode sur la naphtaline à haute température.

Les résultats prouvent que l'action principale de l'iode sur la naphtaline (ce dernier produit forme plus des 9/10 de la masse totale) se résume dans le fait suivant: l'iode enlève de l'hydrogène à la naphtaline, pour former de l'acide iodhydrique, et il se produit un nouveau corps $(C^{10}H^6)^x$, qui représente de la naphtaline moins deux atomes d'hydrogène.

PHYSIQUE. — M. *Maurice Lévy* établit qu'on peut réaliser, dans les conditions les plus avantageuses, au point de vue du rendement, les transmissions de force électrique les plus importantes, comme les plus petites, à l'aide d'un ou de deux types de machines, toujours les mêmes. Si l'une d'elles est hors de service, les autres pourront y suppléer, si on élève temporairement la force électromotrice à laquelle on les fait travailler. Si l'on dispose d'un excès de force permettant de faire un sacrifice sur le rendement, on aura besoin d'un nombre relativement moindre de machines, et l'on pourra adopter du fil plus fin pour le circuit extérieur; c'est l'inverse qui aura lieu si l'on se trouve dans la nécessité de ménager la force.

— M. *C. Gessard* s'est occupé des colorations bleue et verte des linges à pansements.

Ce fait provient d'un organisme qui, après un grand nombre d'ensemencements successifs, se montre constant dans sa forme et dans sa réaction physiologique, la production de

pigment, pour les différents liquides de culture. Cet organisme est incolore, globuleux, de 1 à 1,5 millième de millimètre; il est aérobie et très mobile. On le cultive bien, entre 35° et 38°, dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes. Il se développe également dans la salive, la sueur, les liquides albumineux, sérosité de vésicatoire, d'hydrocèle. La matière colorante bleue sécrétée est la pyocyanine de M. Fordos, rougissant par les acides, ramenée au bleu par les alcalis. On l'extrait facilement des liqueurs par agitation avec le chloroforme. Reprenant par l'eau aiguisée d'acide sulfurique ou chlorhydrique, neutralisant la solution acide rouge par la potasse, on obtient, par un nouveau traitement chloroformique, une liqueur d'un bleu pur, qui abandonne par évaporation la pyocyanine cristallisée, tantôt en prismes ou en aiguilles enchevêtrées, tantôt en lames rectangulaires. Sa solution aqueuse est neutre; elle n'est pas altérable par l'ébullition.

— M. *A. Michelson :* Sur le mouvement relatif de la terre et de l'éther.

— MM. *Terquem* et *Damien* présentent une boussole sans résistance, destinée à la mesure des courants intenses.

Nous ne pensons pas que cette boussole, qui exige une orientation magnétique, puisse jamais remplacer celle de M. Deprez qui a été décrite dans ce recueil.

— M. *C. Decharme* rend compte de ses expériences hydrodynamiques qui imitent, par les courants liquides, des phénomènes d'électro-magnétisme et d'induction.

M. Bjerknes, dans ses expériences hydrodynamiques, au moyen de corps pulsants ou vibrants dans l'eau, imitant les phénomènes de l'électricité statique et du magnétisme, a trouvé partout une analogie inverse. Dans les expériences de l'auteur avec les courants liquides, il trouve, au contraire, une analogie directe entre les phénomènes hydrodynamiques et ceux de l'électro-magnétisme et de l'induction.

L'auteur a produit des vibrations sonores plus ou moins élevées, au moyen de courants de gaz sur le mercure. Dans ses expériences actuelles, il détermine des vibrations plus ou moins graves, au moyen de courants d'eau sur un corps solide; c'est la continuation de la même idée. Les vibrations de la première espèce ont été poussées au delà de la limite supérieure de perceptibilité des sons, tandis que celles de la seconde espèce descendent au-dessous de la limite inférieure des sons proprement dits.

ASTRONOMIE. — M. *Mouchez :* Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année 1881.

— M. *Hermite :* Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *G. Bigourdan :* Observations de la comète b = III 1881, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).

— M. *Tacchini :* Sur la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, observées à Rome pendant le deuxième et le troisième trimestre de 1881.

— M. *Tacchini :* Observations spectroscopiques solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième et le troisième trimestre de 1881.

— M. *Laguerre :* Sur la distribution, dans le plan, des racines d'une équation algébrique dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.

— M. *Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *J. Boussinesq :* Sur l'intégration de l'équation.

$$A \frac{d^n \varphi}{dt^n} + \left(\frac{dx^2}{d^2} + \frac{dy^2}{d^2} + \cdots\right)^n \varphi = o.$$

PHYSIOLOGIE. — M. *de Quatrefages* présente une note sur le permanganate de potasse, considéré comme antidote du venin des serpents, à propos d'une publication de M. J.-B. de Lacerda.

Pour comprendre toute l'importance de la découverte de M. de Lacerda, il faut se rappeler que, dans les contrées brésiliennes, il meurt tous les ans des centaines d'individus qui succombent à la suite des morsures de diverses espèces de serpents.

A la Martinique seule, sur une population de 125 000 âmes, la mortalité causée par le Trigonocéphale fer-de-lance (*Bothrops lanceolatus*) est au moins de *cinquante* individus par an, sans compter ceux qui restent estropiés ou infirmes pour le reste de leur vie. (*Rufz de Lavizon :* Rapport sur les animaux destructeurs du Fer-de-lance aux Antilles. (Bulletin de la Société d'acclimatation, 1858.) On voit quel service inappréciable l'éminent sous-directeur du Laboratoire de physiologie de Rio-Janeiro a rendu à nos compatriotes d'outre-mer.

La France elle-même profitera de cette belle découverte. Sans doute, de tous nos serpents, les vipères seules sont venimeuses, et leur morsure est bien loin d'être aussi redoutable que celle de leurs congénères intertropicaux.

L'homme adulte, mordu par une vipère, peut guérir spontanément. Mais on sait aussi que, dans ce cas, les phénomènes soit locaux, soit généraux, sont plus prononcés et entraînent assez souvent une terminaison fatale. En tout cas, ils sont d'ordinaire assez graves et douloureux.

En décrivant son procédé, M. de Lacerda insiste sur la nécessité de préparer la solution de permanganate au moment même de s'en servir. Il conseille de préparer d'avance des petits paquets de ce sel de 0 gr. 1 et un flacon pouvant contenir 10 gr. d'eau. L'injection se fait au moyen d'une seringue de Pravaz.

— M. *Brown-Sequard* a fait des recherches sur une influence spéciale du système nerveux, produisant l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus.

Des lésions de presque toutes les parties du système nerveux central ou périphérique peuvent suspendre les échanges entre le sang et les tissus, soit par action directe, soit par action réflexe. Chez l'homme, les traumatismes les plus variés quant à leur siège et à leur étendue, les hémorragies, les ramollissements des centres nerveux, la péritonite, l'angine de poitrine, les affections des viscères pelviens, abdominaux et thoraciques, etc., sont souvent les causes d'un arrêt des échanges qui peut être temporaire ou persister jusqu'à la mort; les effets de cet arrêt sont caractérisés par la couleur du sang veineux qui devient rougeâtre; par le gaz du sang dont la proportion d'acide carbonique devient moindre qu'à l'état normal; par l'absence de convulsions; par l'abaissement de la température du corps; par la contraction des vaisseaux sanguins; par l'état du cœur gauche et des artères après la mort où on trouve souvent du sang; et par la durée des propriétés de la moelle épinière, des nerfs et des muscles après la mort. La rigidité cadavérique apparaît tardivement; elle dure très longtemps et la putréfaction qui la suit, non

seulement apparaît très tard, mais est lente à se développer.

Chez l'homme comme chez les animaux, le système nerveux a la puissance d'arrêter les échanges entre les tissus et le sang et de produire, par là ou autrement, des changements dans les propriétés des tissus, changements qui se manifestent non seulement pendant la vie, mais encore après la mort, dans les périodes d'existence de la rigidité cadavérique et de la putréfaction.

— M. *E. de Cyon* emploie l'action des hautes pressions atmosphériques sur l'organisme animal, et il trouve que les hautes pressions atmosphériques n'agissent sur l'organisme, d'une manière évidente, que lorsqu'elles modifient sensiblement les rapports existant entre la tension des gaz contenus dans le sang.

Que cette action s'exerce sur les appareils de la circulation et de la respiration, conformément aux lois qui régissent l'action des gaz du sang sur les centres nerveux présidant au fonctionnement de ces appareils.

— M. *Boucheron* a cherché la cause des troubles de l'équilibration chez les jeunes enfants, sourds-muets par otopiésis et de leur disparition lors du retour de l'ouïe.

Il est d'observation ancienne et confirmée que beaucoup de jeunes sourds-muets *marchent tardivement* et présentent des phénomènes nerveux variés : ainsi, tantôt ils sont sujets à des crises de colère furieuse, tantôt ils poussent des cris stridents, prolongés, sauvages; tantôt ils ont des accès de tristesse, des craintes subites, etc.

La disparition de ces phénomènes pendant le traitement de la surdité otopiésique en a révélé la cause pathogénique la plus commune.

Pathologie. — M. *Richard* a observé le parasite de la malaria.

Ce microbe a un habitat spécial, le globule rouge du sang, dans lequel il se développe comme un charançon dans une lentille, et d'où il sort une fois qu'il est arrivé à l'état parfait. Lorsqu'on examine du sang d'un malade qui est sous le coup de fièvres d'accès, on trouve des globules rouges qui ont, dans leur épaisseur, une toute petite tache claire, parfaitement ronde; ces globules ont, du reste, conservé toute l'apparence et toute l'élasticité des globules rouges normaux : ils sont simplement, qu'on me passe l'expression, piqués. A côté de ces globules, il en existe d'autres, où l'évolution du microbe est plus avancée; la tache claire s'est agrandie et elle est entourée comme d'une sertissure de fines granulations noires; tout autour, l'hémoglobine, parfaitement reconnaissable à sa teinte jaune verdâtre, forme un anneau qui ira se rétrécissant à mesure que le parasite augmentera lui-même de volume. Il arrive un moment où il ne reste plus qu'une étroite zone marginale, parfaitement décolorée, l'hémoglobine ayant disparu en entier, et où tout le corps du globule rouge est réduit à sa coque et est envahi par le microbe; à ce moment, l'on a sous les yeux un élément circulaire (corps n° 2 de Laveran), ayant à peu près la dimension du globule rouge et renfermant une élégante collerette de granulations noires; cette collerette, c'est le microbe qui est arrivé à son état parfait et qui est pourvu d'un ou de plusieurs prolongements très ténus, mesurant 25 μ et plus de longueur; seulement ils ne sont pas visibles ainsi. A ce moment, le parasite va percer la membrane qui le contient et s'échapper en liberté dans le plasma sanguin.

Chez tout malade qui va avoir un accès, le microbe se trouve. J'en excepte les cachectiques palustres; pour cette catégorie, mes recherches ne sont pas encore complètes.

Au point de vue du diagnostic, le microbe palustre constitue un élément précieux, tant pour le praticien que pour le nosologiste.

Au point de vue histologique, ce microbe est un vrai réactif, indiquant que le globule rouge est vraiment muni d'une membrane d'enveloppe.

Zoologie. — M. *J. Lichtenstein* a trouvé un nouveau mâle *aptère* chez les coccidiens (*Acanthococcus aceris* Sign.).

Cet insecte se présente sous la forme habituelle des mâles de coccide, mais sans aucune trace d'ailes ni de balanciers; sa taille est de $0^{m},70$, sa couleur d'un brun rougeâtre; les antennes ont dix articles, moniliformes et garnis de poils; elles ont environ $0^{mm},38$. L'abdomen se termine par un article renflé portant le pénis; cet article est placé entre deux papilles triangulaires d'où partent deux longs filets blancs, caduques, fréquents chez tous les coccides.

L'auteur a fait quelques observations sur le développement nymphal des cochenilles, qui n'ont pas encore été citées et qui sont du plus grand intérêt.

— MM. *G. Pouchet* et *Chabry* ont suivi l'évolution des dents des Balænides.

Les embryons qui ont servi aux expériences appartiennent aux espèces *Balænoptera Sibbaldii* et peut-être *B. musculus*.

Minéralogie. — M. *E. Bertrand* a étudié les propriétés optiques des corps cristallisés, présentant la forme sphérolithique.

D'après lui, le rhabdophane est uniaxe positif et doit être rapporté à la phosphocérite, et non pas à la monazite, comme on l'avait supposé.

Le plomb gomme est hexagonal positif et ne peut être réuni à la pyromorphite qui est négative. Il en est de même de l'hitchcockite, qui n'est qu'une variété de plomb gomme.

La voltzine de Joachimsthal présente aussi des caractères sphérolithiques très nets et doit être considérée comme une espèce minérale parfaitement déterminée.

La nouméïte, un des principaux minerais de nickel actuellement exploités dans la Nouvelle-Calédonie, est nettement cristallisée à l'état sphérolithique, avec caractère positif. C'est un silicate hydraté de magnésie, renfermant des quantités variables d'oxyde de nickel, et tout à fait semblable, quant à ses propriétés optiques, aux hydrosilicates de magnésie auxquels on a donné les noms de *gymnite, nickelgymnite, cérolite, deweylite, pimelite*.

— M. *Mouchez*, en présentant à l'Académie une *carte magnétique de la Russie*, par le colonel A. de Tillo, en donne quelques détails.

Trois foyers d'anomalie magnétique se trouvent en Russie, l'un dans le golfe de Finlande, l'autre auprès des villes Orel, Koursk et Charkou, la troisième dans l'Oural, près d'Ekatherinbourg et Statooust.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS. — Impr. C. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [168]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 10 11 MARS 1882

ASTRONOMIE.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCE DE M. HERVÉ FAYE

Sur la figure des comètes.

Tout Paris s'est intéressé à la belle comète de l'an dernier. Elle a été découverte en même temps, au mois de mai, par les astronomes d'Australie et ceux de l'Amérique du Sud. Elle n'était pas alors visible pour nous, mais nous étions prévenus qu'elle le deviendrait le 22 juin, et c'est en effet à partir de cette date que nous avons pu l'admirer chaque soir tout à notre aise.

Je suis persuadé que sur les 1400 millions d'habitants qui, d'après l'*Annuaire du Bureau des longitudes,* peuplent le globe terrestre, il n'est personne, sauf les petits et les malades, qui ne soit sorti le soir de sa tente, de sa hutte ou de sa maison pour aller contempler ce visiteur inattendu, de figure si étrange.

Je ne sais quel effet la comète aura produit dans les pays lointains. Ici, on ne s'est pas contenté d'admirer le nouveau venu avec sa longue queue opposée au soleil. On a compris qu'il y avait là un grand problème scientifique, et on s'est adressé à tous ceux que le public écoute chaque jour, journalistes, professeurs, rédacteurs de revues, pour leur demander des explications. Une foule d'articles intéressants ont été publiés à ce sujet. Je ne leur reproche qu'une seule chose : c'est d'avoir donné à croire au public que la science était encore aujourd'hui incapable d'offrir là-dessus des explications satisfaisantes. J'ai donc pensé qu'après avoir lu ces articles, vous ne seriez pas fâchés d'entendre, sur le même sujet, un astronome qui a passé une partie de sa vie à observer les comètes, à calculer leurs mouvements et à étudier leurs figures.

Il fallait pour cela une sorte de vocation que tous les astronomes n'ont pas. La mienne date de l'impression profonde que fit sur moi la grande comète de 1843. J'en étais alors à mes débuts de simple élève astronome à l'Observatoire de Paris. Comme je rentrais un soir du mois de mars, préoccupé, n'ayant pas remarqué que le ciel, couvert depuis huit

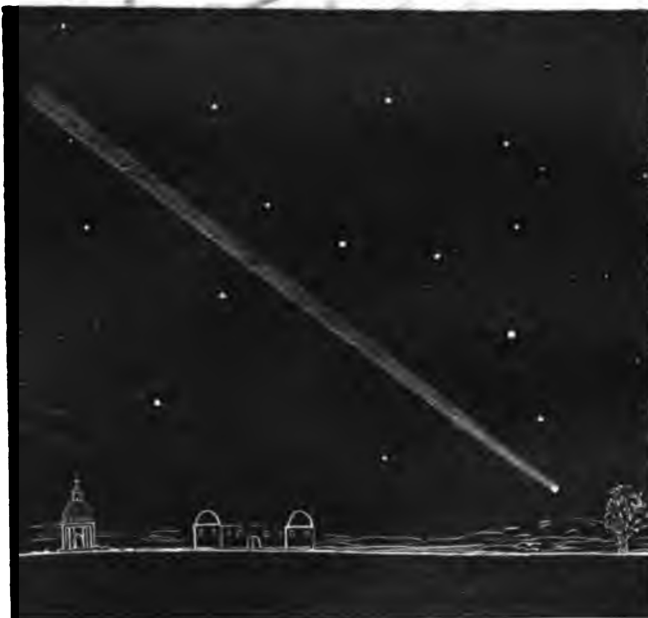


Fig. 6.

jours, venait de s'éclaircir, le concierge me dit, tout effaré : Vite, monsieur, montez; il y a une grande comète dans le ciel. Je vis en effet, en levant les yeux, une immense comète qui s'était faufilée au milieu de nos étoiles familières comme un serpent dans une bergerie. M. Arago et mes collègues, non moins surpris que moi, avaient déjà braqué leurs lunettes

sur cet étrange visiteur dont M. Molteni va projeter l'image sur le tableau (fig. 6). Mais notre étonnement redoubla lorsque nous fûmes en état, quelques jours après, d'en calculer l'orbite.

Nous apprîmes ainsi qu'elle avait presque rasé la surface du soleil à son périhélie, et qu'elle en avait fait le demi-tour en deux heures avec une vitesse formidable de 150 lieues par seconde. Elle devait mettre trente-huit ans à faire l'autre demi-tour. Pour comble de merveille, cette queue, qui s'étendait angulairement sur un tiers du ciel, avait 76 millions de lieues de longueur. Vous voyez qu'elle paraissait droite comme celle de la dernière comète, mais bien plus effilée et plus régulière. Son éclat allait en se dégradant à partir de la tête et se fondait, pour ainsi dire, à l'autre bout, dans le noir du ciel.

Je me rappelle qu'avec la témérité de la jeunesse, je m'écriai devant M. Arago : *Ça doit être l'effet d'une marée gigantesque.* M. Arago repartit aussitôt, non sans une pointe d'ironie à mon adresse : *Si c'était une marée, il y aurait deux queues, l'une vers le soleil, l'autre à l'opposite.*

Fort déconcerté, je me tus. Cependant, si le maître avait raison, l'élève n'avait pas tout à fait tort. Vous verrez, en effet, qu'une comète, à mesure qu'elle se rapproche du soleil, s'allonge dans le sens du rayon vecteur, ce qui répond parfaitement au phénomène des marées sur notre propre globe. Elle finit même par fuser aux deux bouts; alors la queue se forme et produit dans la figure de l'astre une véritable métamorphose. Mais nous verrons tout à l'heure qu'il y a quelque chose que nous ne soupçonnions pas en 1843, qui force la matière issue vers le soleil à rebrousser chemin.

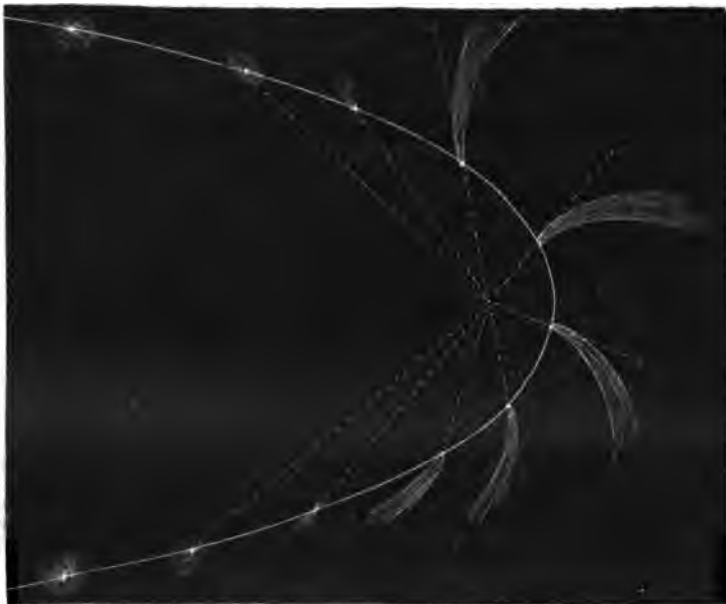


Fig. 7.

Les comètes n'ont de queue que dans le voisinage du soleil. Lorsqu'elles en sont très éloignées, elles affectent la même figure que les planètes; en d'autres termes, elles sont parfaitement arrondies, sans appendice d'aucune sorte. Un astronome vient-il à découvrir une comète longtemps avant son passage au périhélie, elle lui apparaît comme une tache lumineuse très faible, ronde, avec un petit point central plus brillant que le reste. Ce petit point est le noyau et constitue, à lui seul, la masse principale et la partie de beaucoup la plus dense de la comète. Ce qui est autour forme une sorte d'atmosphère, une nébulosité extrêmement rare qui, sous l'attraction du noyau, prend une forme sensiblement sphérique (fig. 7).

Mais les comètes tombent vers le soleil en décrivant des ellipses très allongées, presque des paraboles dont le soleil occupe toujours le foyer. C'est le sommet de cette trajectoire, c'est-à-dire le point le plus rapproché du soleil, qui porte le nom de périhélie. A mesure que la comète s'en rapproche d'un mouvement qui va toujours s'accélérant, la différence des attractions que le soleil exerce sur les diverses parties de la comète se fait sentir de plus en plus et produit une véritable marée. La comète s'allonge peu à peu vers le soleil et à l'opposite. Bientôt les actions extérieures, tendant à produire la décomposition de l'atmosphère cométaire, commencent à l'emporter sur celle du noyau : alors la comète n'est plus capable, comme auparavant, de retenir autour d'elle les parties les plus éloignées du centre, et elle se met à fuser par les deux bouts.

C'est alors que la queue se forme à l'opposite du soleil en se recourbant fortement en arrière du sens où la comète marche, pareille au magnifique panache de fumée qui s'élève, dans un air calme, au-dessus de la cheminée d'un baquebot ou d'une locomotive en marche.

Lorsque la comète passe sur l'autre branche de sa parabole, celle par laquelle elle s'éloigne du soleil, les mêmes phénomènes se produisent en ordre inverse. La queue diminue, puis elle disparaît; mais la comète paraît encore allongée pendant quelque temps. Enfin l'astre reprend la forme sphérique; ce n'est plus qu'une tache ronde faiblement lumineuse, qui ne tarde pas à s'effacer et à disparaître même pour l'œil armé du plus puissant télescope.

Nous verrons que la queue d'une comète est nécessairement courbe. Vous retrouverez cette forme dans la belle comète de Donati (1858) que M. Molteni va projeter sur le tableau. Beaucoup de personnes ici l'ont admirée et ne l'ont certainement pas oubliée.

Remarquez ces petites étoiles qui étaient vues à travers la queue brillante de cette comète. Tous les observateurs s'accordent à dire qu'elles n'étaient nullement affaiblies par l'interposition de cette nébulosité. Si l'on songe qu'un simple brouillard de quelques centaines de mètres d'épaisseur nous masque le soleil, tandis que les queues de comète n'éteignent même pas les moindres étoiles, malgré leur épaisseur de plusieurs milliers de lieues, on est conduit à croire que ces nébulosités cométaires sont d'une rareté, d'une ténuité inimaginable.

Sur cette même projection vous avez vu que la comète de Donati avait une seconde queue bien plus faible, presque droite et située en avant de la première. Cette seconde queue semble s'arrêter brusquement à une étoile qui se trouvait là. Mais c'est une faute de dessin qui ne se reproduit pas sur la



Fig. 8.

seconde projection que vous allez voir (fig. 8). Vous remarquerez que la queue droite se confond avec la première, à l'origine, près du noyau. Elles sont toutes deux diamétralement opposées au soleil. La projection que vous avez sous les yeux donne l'idée la plus nette de ces beaux phénomènes.

Enfin voici, non plus un dessin, mais une photographie de la dernière comète, celle que vous avez vue l'été dernier. C'est la première photographie que l'on ait obtenue, en



Fig. 9.

France, d'un de ces astres (fig. 9). Vous savez que les photographes emploient aujourd'hui un procédé au gélatino-bromure d'argent, d'une sensibilité merveilleuse, qui donne des épreuves instantanées. L'image d'un simple nuage éclairé comme la comète par le soleil serait reproduite en un deux centième de seconde. Eh bien, pour la comète, M. Janssen, à qui nous devons cette remarquable photographie, a eu besoin d'une pose d'une demi-heure, c'est-à-dire trois cent mille fois plus longue. Tout concourt donc à montrer combien sont rares les nébulosités cométaires que le soleil repousse au loin pour former ces queues gigantesques.

Vous allez m'arrêter ici pour me dire : voici déjà deux fois que vous parlez de nébulosités repoussées par le soleil. Si le soleil attire tous les corps qui se meuvent autour de lui et en particulier les comètes dans leur ensemble, comment peut-il, en même temps, en repousser une partie? Messieurs, cela arrive tous les jours ; rien de plus simple et de plus fréquent que cette réunion, dans un même corps, de deux forces opposées, mais de natures essentiellement différentes.

Voici un bâton de résine que je tiens à la main. Il attire tous les corps aussi bien que le soleil, et cela en proportion de sa faible masse. Son attraction s'étend même à travers vos corps jusqu'aux murs de cette salle, et, à travers ces murs, jusqu'aux étoiles les plus lointaines. Il attirera donc aussi les balles que j'ai fait suspendre à ces fils. Qu'elles soient denses ou légères, peu importe ; l'effet sera le même : seulement il nous faudrait un microscope grossissant dix ou vingt mille fois pour le rendre perceptible.

Voulez-vous, sans toucher le moins du monde à cette force d'attraction, communiquer à ce bâton une force répulsive? Il vous suffira de l'électriser en le frottant légèrement avec une peau de chat. Vous le voyez, dès que j'ai touché ces balles, les plus légères sont repoussées. Voici une balle de plomb : elle est repoussée aussi ; mais l'effet est insensible à cause de sa densité considérable. Au contraire, les balles de sureau, surtout celle-ci qui est creuse, ont été chassées au loin.

Ainsi un même corps peut exercer à la fois deux forces opposées ; attirer les corps denses ou légers, peu importe, en raison de sa masse, et repousser énergiquement les corps légers en vertu d'un certain état physique.

Nous ne savons pas si le soleil est électrisé. Il faudrait d'ailleurs que la comète le fût aussi et dans le même sens. Le fussent-ils, on se demanderait si ces électricités pourraient agir l'une sur l'autre dans le vide si complet des espaces célestes.

Mais l'électricité n'est pas la seule force répulsive de la nature. J'ai démontré, par une expérience assez décisive, que les corps chauffés au point de devenir incandescents exercent, aussi à distance, une force répulsive dont les effets se voient fort bien quand on la fait agir sur des matériaux très raréfiés, comme ceux qui restent dans le récipient d'une machine pneumatique où l'on a fait le vide. Le soleil, par son incandescence et son énorme superficie, doit donc exercer autour de lui cette force-là.

Venons aux comètes. Vous conclurez de ce qui précède que les matériaux issus de ces astres, quand ils commencent à fuser par les deux bouts, seront repoussés par le soleil dès qu'ils auront acquis en se dilatant, en se répandant dans l'espace, une rareté, une légèreté suffisante. Voici les détails de la tête de la dernière comète d'après un dessin que M. Newall a fait pour l'empereur du Brésil (fig. 10). Vous voyez, à côté de détails singuliers dont je n'ai pas à m'occuper ici, un double

effluve marchant directement vers le soleil. C'est la comète qui fuse par là en forme d'aigrette ou plutôt de calice.

En certain cas, lorsque les matériaux forment des enveloppes concentriques comme dans la comète de Donati, on peut observer et mesurer la progression assez lente de ces



Fig 10.

matériaux qui vont en se dilatant de plus en plus. Mais, à partir d'un certain point, ce mouvement s'arrête; l'effluve cométaire rebrousse chemin et se met à fuir le soleil vers lequel elle marchait tout à l'heure.

Sauf quelques détails qui varient d'un astre à l'autre, les choses se passent ainsi pour toutes les comètes; mais il faut

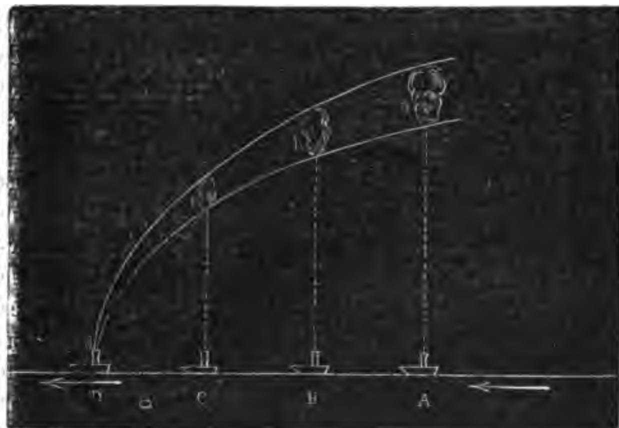


Fig. 11.

une bonne lunette pour suivre ces curieux phénomènes. J'avais donc raison de comparer, comme Newton l'a fait déjà, la queue d'une comète à un panache de fumée. La tête est comme la cheminée d'un paquebot d'où sortent des torrents de fumée légère. A mesure que ces nébulosités s'échappent, elles sont chassées au loin par le soleil. La comparaison est si juste que je vais m'en servir pour vous rendre compte des queues de comète et de tous les détails de leur figure.

Voici un paquebot qui suit lentement la direction ABCD. La bouffée de fumée qui s'élève verticalement en A, au sein d'un air bien calme, va en se dilatant de plus en plus et finit bientôt par se dissiper et disparaître (fig. 11).

Pendant le temps que la machine met à parcourir AD, cette bouffée monte de A en *a*. En B la bouffée qui monte à cet instant ne va que jusqu'en *b*, puisqu'elle part un peu plus tard que la première. De même en C. Enfin, en D, position où nous nous arrêtons, la bouffée *d* vient seulement de sortir de la cheminée. Si vous unissez toutes ces positions par un double trait continu qui les enveloppe, vous aurez la figure géométrique du panache noirâtre et recourbé en arrière qui *semble* suivre le bateau à vapeur.

Je dis *semble*, mais vous n'êtes pas dupes de cette apparence; vous voyez bien que ce panache ne fait pas corps avec le bateau, comme un plumet avec son shako. Il se dissipe continuellement par le bout *a* et se reforme continuellement par le bout *d*, en sorte qu'après quelques minutes, le nouveau panache n'aura pas une seule molécule de commune avec celui que nous contemplions tout à l'heure. Vous ririez si quelqu'un s'imaginait que ce panache est brandi par le bateau comme un sabre est brandi par le bras qui le tient au poing.

Eh bien, les choses se passeront de même pour une comète dont les fumées sont chassées par l'action répulsive du soleil. La seule vraie différence, c'est que, dans le ciel, il n'y a pas d'air : or c'est cet air qui s'oppose à ce que la fumée d'une locomotive suive horizontalement la cheminée d'où elle sort. Les bouffées cométaires conservent au contraire intégralement la vitesse qu'elles partageaient avec la comète un peu avant la séparation; elles suivraient même partout le noyau si elles n'étaient chassées au loin par le soleil.

Soit ABCD la trajectoire de la comète dont nous voulons construire la queue au moment où la tête arrive en D. La bouffée chassée en A voyage suivant une certaine courbe A*a* avec une vitesse croissante. Arrivée en *a*, elle est considérablement élargie, dans le sens de sa marche surtout (fig. 12).

Elle ne tardera pas à s'effacer et à disparaître. La bouffée chassée, un peu plus tard, en B suit une marche analogue et n'arrive qu'en *b*. La bouffée chassée en C n'arrive qu'en *c*. En D, la bouffée sort à l'instant de la tête de la comète. Enveloppez d'un trait continu les bords de ces nébulosités et vous aurez la queue de la comète, queue recourbée en arrière, mais ayant en D une direction diamétralement opposée à celle du soleil.

Évidemment la partie la plus compacte et la plus brillante de la queue sera la partie voisine du noyau. Plus loin, vers l'extrémité *a*, cette queue, à force de se répandre dans l'espace, finit par devenir invisible. Mais si par ce bout-là la queue se dissipe, elle se reforme continuellement par l'autre bout comme le panache de nos bateaux.

Ici, je vous prierai de remarquer que nous ne sommes plus sur le globe terrestre où la plus grande vitesse observable est celle d'une boulet de canon au sortir de la pièce.

Cette vitesse-là, d'un dixième de lieue par seconde, est bien peu de chose en comparaison de la vitesse dont sont animées les comètes près du soleil.

Le boulet vous semblerait une tortue en comparaison. Par conséquent une de ces bouffées cométaires, chassées par le soleil et emportant avec elle la vitesse de l'astre d'où elle est sortie, parcourra aisément des millions de lieues en quelques jours, parfois même en très peu d'heures sur sa trajectoire hyperbolique. C'est ainsi que se forment ces queues gigantesques, telle que celle de la comète de 1843 qui était longue comme deux fois la distance de la terre au soleil. Notez que chaque molécule voyage pour son propre compte et va se perdre dans l'immensité.



Fig. 12.

Vous comprenez dès lors combien est peu fondée l'objection qu'on faisait dernièrement aux astronomes en disant que des queues aussi démesurées ne pourraient circuler avec la comète autour du soleil. Le fait est qu'un sabre de 76 millions de lieues ne serait pas commode à brandir. Les personnes qui raisonnaient ainsi croyaient que la queue tenait à la comète. C'est à peu près le raisonnement d'un passager qui, ayant remarqué le panache de fumée du paquebot à son départ du Havre, et l'ayant revu à son arrivée à New-York, s'imaginerait que c'est le même panache qui aura fait la traversée de l'Atlantique.

Mais nous avons bien d'autres particularités à expliquer. D'abord le fait que la queue est située hors de la trajectoire ABCD du noyau de la comète (fig. 12) prouve que le soleil exerce ici, c'est-à-dire sur les molécules de la queue (1), une action nettement répulsive. En effet, si cette action n'existait pas, toute molécule abandonnée en A par la comète, et placée désormais hors de sa sphère d'attraction, ne pourrait faire autrement que de poursuivre sa route sur l'orbite même de la comète, car elle en possède en A la vitesse et la direction. Puisqu'elle s'élève, au contraire, sur une trajectoire telle que A*a*, c'est que, pour cette molécule, l'attraction centrale est devenue moindre, ou bien a été annulée, ou même a changé de signe.

Dans le premier cas la nouvelle trajectoire A*a* serait une ellipse, dans le second une droite, dans le troisième une branche d'hyperbole convexe vers son foyer en S. Cela dépend du rapport d'intensité des deux forces, l'attractive et la répulsive.

En second lieu, la molécule *a* doit rester, quelle que soit sa trajectoire, en arrière du rayon vecteur SD de la comète à l'instant où nous considérons la queue ; autrement dit, la queue doit se recourber en arrière. C'est une simple conséquence de la loi des aires. En effet l'aire décrite par le rayon vecteur de cette molécule, en un temps donné, est invariable et égale à celle que décrit le rayon vecteur de la comète, quelque changement qu'ait pu subir la force centrale pour cette molécule ; par conséquent les secteurs SA*a*, SAD (fig. 12) doivent être égaux. Mais l'arc A*a* est au delà de la trajectoire AD de la comète ; donc le point *a* restera en deçà du rayon SD prolongé.

Enfin la courbe médiane D*cba* de la queue doit être tangente à l'origine au rayon SD. En effet, si nous regardons un moment l'arc CD comme un élément infiniment petit, l'arc C*c* sera pareillement un élément rectiligne. L'égalité des aires des triangles SCD, SC*c* exige que l'élément de queue D*c* soit parallèle à SC. Or l'angle en S du secteur SCD est infiniment petit, par hypothèse ; il en sera donc de même de l'angle de l'élément de queue D*c* avec le rayon vecteur SD (1). On voit que ces particularités si frappantes des queues de comètes se démontrent par les principes de la mécanique, comme s'il s'agissait de théorèmes de géométrie.

Il est d'ailleurs évident que la queue d'une comète doit toujours être comprise entre le prolongement du rayon vecteur SD et l'arc de trajectoire AD que le noyau vient de parcourir. Cet angle, d'abord très aigu et laissant peu de place au développement de la queue (voir la fig. 7), s'ouvre de plus en plus à mesure que la comète s'approche du soleil. Après son passage au périhélie, cet angle devient obtus et permet au phénomène de se développer dans toute son ampleur. C'est une des raisons pour lesquelles les comètes sont géné-

(1) Il doit être entendu que la répulsion s'exerce aussi sur le noyau, mais que ses effets sont alors insensibles à cause de la grande densité dudit noyau.

(1) En réalité, la queue n'est pas exactement tangente au rayon vecteur. Elle fait avec lui un petit angle de quelques degrés. Cela tient à ce que la propagation de la force répulsive n'est pas instantanée comme celle de la gravité, mais successive comme celle de la lumière et de la chaleur. Dès lors, la direction dans laquelle elle agit sur un corps en mouvement ne coïncide pas exactement avec celle de l'attraction. Il en résulte une composante tangentielle qui produit dans les aires une altération très petite, mais finie, et la queue, au lieu d'être, à l'origine, le prolongement du rayon vecteur, prend sur lui une inclinaison appréciable du côté où elle se recourbe.

ralement plus belles après qu'avant leur passage au périhélie.

Mais voici d'autres particularités bien plus frappantes qui tiennent à la nature même de la force répulsive. Je veux parler des comètes à plusieurs queues, phénomène beaucoup plus fréquent qu'on ne le croyait naguère.

Pour cela revenons à notre paquebot, et supposons qu'au moment où sort de la cheminée une fumée noire, épaisse et lourde, le mécanicien ouvre passage, par le même orifice, à un jet de vapeur.

Cette vapeur, plus légère, se séparera bien vite de la fumée et montera plus haut.

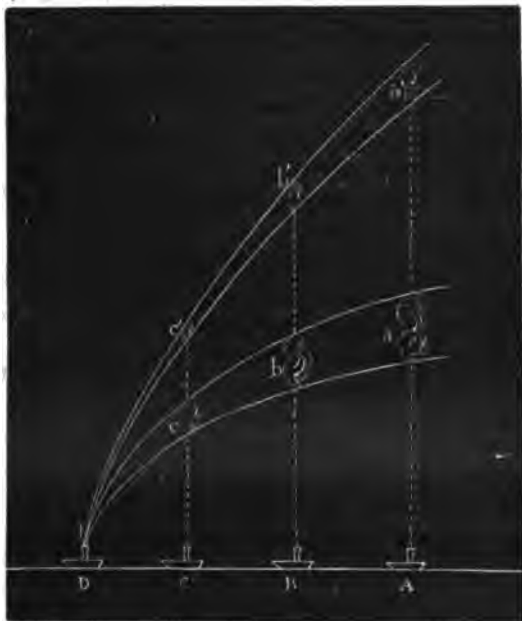


Fig. 13.

Les bouffées successives de vapeur se placeront en *a' b' c' d'* au-dessus de celles de fumée, de manière à former deux panaches distincts, l'un de fumée lourde, l'autre de vapeur légère bien moins visible. Il est clair que le second sera moins recourbé que l'autre (fig. 13).

Supposez maintenant que le spectateur soit placé quelque part sur la route du navire, dans le plan vertical où se forment ces deux panaches aplatis. Il n'en verra qu'un, parce que, pour lui, le premier se projettera sur le second et se confondra avec lui. De plus, le panache sera droit, de même qu'un sabre qu'on regarde par la tranche paraît une épée.

Il en sera de même de la comète. Si cet astre contient des matériaux de densités très différentes, ils seront bien vite triés par la force répulsive du soleil. Les plus légers seront chassés plus loin que les nébulosités plus lourdes. S'ils sont assez abondants, ils iront former une seconde queue en avant de la première : ce sera la plus longue, la moins courbée et la moins brillante des deux.

M. Molteni va projeter de nouveau sur le tableau la comète de Donati, un des plus beaux types de comètes à queues multiples.

Dois-je ajouter que si la terre vient à se placer dans le plan de l'orbite de la comète, plan où se forme invariablement la queue, celle-ci paraîtra droite comme une épée ou plutôt comme un sabre vu par la tranche, et unique, quand bien même la comète aurait autant de queues qu'un pacha ?

Vous voyez qu'il n'y a rien là de mystérieux, rien qui dépasse les ressources actuelles de la science. Il faut seulement se bien mettre en tête que ces queues gigantesques, ces énormes nébulosités contiennent en réalité peu de matière, en sorte qu'une comète n'en dépense vraiment pas beaucoup chaque fois qu'elle revient au soleil. Inutile d'ajouter que ce qu'elle dépense ainsi est définitivement perdu pour elle.

Maintenant vous vous expliquez la variété d'aspect que nous offrent les comètes. Cela tient à la manière dont elles se présentent au spectateur. Dans les comètes à queue droite, les anciens voyaient des épées de feu, des poutres enflammées; dans les comètes à queue courbe, ils s'imaginaient voir des sabres de feu ou des torches ardentes. Et, comme autrefois tout ce qui paraissait dans le ciel était considéré comme un avertissement d'en haut à notre adresse, ces figures sinistres ne pouvaient présager que des catastrophes, une guerre, une peste, une famine ou la mort d'un grand personnage.

Rien de plus curieux à ce sujet que la comète périodique de Halley qui revient tous les soixante-seize ans et dont la dernière apparition date de 1835. Cette comète a été intimement mêlée à deux grands événements historiques. Le premier est la conquête de l'Angleterre par le duc de Normandie, Guillaume le Bâtard, qui importa dans ce pays la civilisation française. C'était en l'an 1066. Une grande comète parut au ciel et fut considérée par les Saxons comme l'annonce d'une catastrophe.

On conserve, à Bayeux, une tapisserie sur laquelle la reine Mathilde, femme de Guillaume, a brodé, il y a huit siècles, tous les événements de la conquête. Elle n'a pas manqué d'y représenter la comète de Halley. La comète plane sur la tête du roi Harold, comme pour lui annoncer sa défaite et sa mort. Un ami vient avertir le prince, tandis que les Saxons s'assemblent sur les places et se montrent la comète avec tous les signes de la frayeur. Disons pourtant que la comète s'y était prise, cette fois, longtemps d'avance, car elle parut en avril et en mai, tandis que la bataille de Hastings n'eut lieu qu'en octobre.

Nous retrouvons la même comète à une époque bien plus décisive encore, en 1456. Trois ans auparavant, la prise de Constantinople par les Turcs avait jeté l'effroi dans la chrétienté. L'empire d'Orient appartenait désormais à l'islamisme. Mahomet II, un victorieux de vingt-deux ans, enivré d'un si grand triomphe, se croyait appeler à conquérir aussi les restes de l'empire d'Occident. Il marchait sur Vienne, et les Allemands effrayés n'avaient plus d'espoir que dans une prophétie populaire :

In Kœlen am Rhein
Wird der Turk geschlagen seyn.

A Cologne, sur le Rhin,
Au Turc on brisera les reins.

Chose étonnante, les souverains de l'Occident ne s'émouvaient pas. Tout entiers à leurs querelles, à leurs rivalités, ils laissaient le Turc s'avancer à grands pas. Seul, le pape s'inquiéta. Il écrivit partout pour solliciter des secours et tâcher d'organiser une croisade ; il lança une bulle, il prescrivit des prières publiques. Puis, voyant que personne ne bougeait, que Belgrade allait être assiégée et qu'elle n'échapperait pas au sort de Constantinople, il envoya sur les lieux un cardinal-légat pour ramasser en hâte quelques troupes qui furent placées sous le commandement de Jean Hunyade, et lui adjoignit un frère prêcheur pour ranimer, de temps en temps, le courage de ses soldats.

Pour comble de malheur, une comète apparut. C'était la comète de Halley, celle de la bataille d'Hastings. Que dis-je, une comète ? On se figurait qu'il y en avait deux, car, le soir, cette comète apparaissait dans le crépuscule après le coucher du soleil; puis, comme elle était assez près du pôle, elle ne disparaissait sous l'horizon que pour se lever le matin avant l'aurore. Ces deux astres effroyables terrifiaient les soldats d'Hunyade.

Prévenu un peu avant le moment décisif de cette malheureuse disposition des esprits et de ces terreurs qui auraient fatalement amené une défaite lamentable, frère Jean se précipita entre les deux armées qui allaient en venir aux mains, en criant aux bataillons d'Hunyade de ne pas avoir peur de ces comètes : Dieu lui avait révélé cette nuit même qu'elles venaient annoncer leur victoire.

De fait, les soldats chrétiens, réconfortés par la parole énergique du moine et rassurés à l'endroit de ces astres terrifiants, se battirent comme des lions sous les murs de Belgrade. Les Turcs reculèrent; l'invasion fut arrêtée net et Mahomet II alla chercher ailleurs une proie plus facile.

Que reste-t-il aujourd'hui de ce grand événement ? personne ne se souvient du brave frère prêcheur ; on n'entend guère le nom de Janos Hunyadi que si l'on envoie chercher chez le pharmacien une bouteille d'eau purgative de Hongrie.

Quant au pape Callixte, on l'a tourné en ridicule en l'accusant d'avoir anathématisé à la fois la comète et les Turcs, ce qui est faux et absurde.

Les comètes elles-mêmes ne présagent plus rien. Tout au plus les vignerons en profitent-ils pour annoncer une bonne récolte et tâcher d'augmenter le prix de leurs vins. Encore en donnent-ils une raison toute physique : les comètes doivent amener, disent-ils, quelque chaleur avec elles et faire bien mûrir les raisins.

On aurait tort cependant de délivrer à ces astres un certificat d'innocuité et d'insignifiance. Les comètes sont, pour l'astronome, non pas un présage, mais un avertissement. Elles nous disent que, dans cet admirable système du monde où tout semble avoir été organisé en vue d'une stabilité indéfinie, il faut pourtant faire la part de l'imprévu. L'imprévu, c'est ici les comètes dont l'orbite coupe l'orbite terrestre et qui peuvent ainsi heurter notre planète.

Je sais bien qu'on a tâché de nous rassurer en montrant que la possibilité d'un tel choc est presque infiniment petite. Mais ce calcul pèche par l'énumération trop incomplète des chances favorables ou défavorables. On ne se doutait guère, à cette époque, de certaines relations intimes entre ces astres et les étoiles filantes qui nous bombardent chaque jour. On a affirmé que la chance d'un pareil choc serait à peu près celle de tuer au vol un oiseau en tirant en l'air au hasard. Il serait plus juste de prendre pour terme de comparaison un individu qui s'aviserait de circuler, même à bonne distance, autour d'une cible sur laquelle des soldats disséminés dans la campagne tireraient de temps en temps ; la cible, c'est le soleil autour duquel circule la terre, cible que visent toutes les comètes dans leurs trajectoires.

Quoi qu'il en soit du choc d'une comète, je dois faire remarquer que le seul passage d'un de ces astres, très près de la terre, suffirait à alarmer les esprits les moins superstitieux. La comète de Halley (celle de 1066, de 1456, de 1835) reviendra dans vingt-huit ans. Tous, ou presque tous vous pouvez vous flatter de la voir. Grâce aux calculs de M. de Pontécoulant, nous sommes en état de retracer d'avance sa marche dans le ciel. Eh bien, vers la mi-juin 1910, elle passera près de nous, beaucoup plus près qu'en 1835 (1). Vous verrez qu'à cette époque les pouvoirs publics prendront leurs précautions et chercheront à prévenir les paniques.

Si vous vous rappelez cette séance de janvier 1882, vous saurez d'avance qu'il n'y a rien à craindre, car, pour que la comète et la terre se trouvassent en même temps au point dangereux, il faudrait que M. de Pontécoulant eût commis une grossière erreur, chose inadmissible de la part du savant qui a prédit avec tant de précision le retour de la même comète en 1835. Vous aurez donc l'esprit libre pour admirer les phénomènes effrayants dont vous serez témoins pendant quelques nuits.

LETTRE DE M. FAYE.

Monsieur le directeur,

On ne peut tout dire dans une conférence. Le sujet que je traite étant fort peu connu, même des astronomes, je crois devoir ajouter ici quelques développements qui auraient été déplacés à la Sorbonne, mais qui ne manqueront pas d'intérêt pour vos lecteurs.

Peut-être me reprochera-t-on d'avoir envisagé la question à un point de vue exclusivement mécanique. Je sais bien que d'éminents physiciens ont tenté d'autres voies. Ce qui montre, pour le dire en passant, combien les vraies notions sur cette matière sont peu répandues. Ainsi M. Tyndall a invoqué l'action singulière que la lumière exerce sur certaines vapeurs; M. Jamin a assimilé la formation des queues de comètes aux courants alisés et contre-alisés que la chaleur du soleil produit dans notre propre atmosphère; un physicien d'Odessa imagine qu'une comète doit produire, dans l'éther cosmique, de vastes ondes recourbées que nous prendrions

(1) D'après une remarque de M. Hind.

pour des queues, etc. Mais ce sont là des opinions individuelles de personnes étrangères à ces questions; malgré leur ingéniosité et la grande réputation de leurs auteurs, elles n'ont pas d'intérêt réel pour la science.

Si, parmi les agents physiques qui peuvent intervenir ici, j'ai omis la chaleur solaire, c'est que son rôle se réduit en réalité à fournir, aux actions mécaniques, des matériaux amenés à l'état de ténuité nécessaire. Qu'on se représente, vaguant dans les espaces lointains, un corps de masse minime, entouré d'une vaste nébulosité, impuissant à créer, sauf sur les couches tout à fait centrales, une pression sensible, incapable de retenir une quantité de chaleur notable, presque partout perméable à toutes les radiations et réduit à une température excessivement basse. Cette comète comprendra sans doute un ensemble de particules susceptibles d'émettre des vapeurs dans le vide pour la moindre impression des rayons solaires; c'est même ainsi qu'on se représente la vaste nébulosité dont elle est entourée. Mais cet ensemble ne formera pas une masse gazeuse dans le sens ordinaire du mot, et c'est ce que montre bien l'absence souvent constatée de toute réfraction dans les rayons de lumière qui la traversent. Cela posé, admettons que la comète se rapproche du soleil : l'évaporation de ces particules deviendra plus active; mais comme il n'y a presque pas de matière pour emmagasiner la chaleur, toute vapeur tend à se condenser immédiatement, en sorte que le résultat le plus net sera de réduire peu à peu les matériaux évaporables à une ténuité de plus en plus prononcée.

Cependant la chaleur solaire joue encore ici un autre rôle. Plus une comète s'approche du soleil, plus sa sphère d'attraction, c'est-à-dire l'étendue dans laquelle ses molécules ne cessent pas de lui appartenir en propre, va se rétrécissant, surtout dans le sens du rayon vecteur. Or, en dilatant les couches successives qui entourent le noyau, en y produisant une évaporation active, la chaleur a pour effet de faire sortir ces matériaux du domaine propre de la comète et de les livrer au soleil. C'est ainsi qu'on la voit, en général, fuser par les deux bouts. La chaleur solaire favorise donc cette décomposition progressive et multiplie les matériaux disponibles pour la formation toute mécanique de la queue.

L'analyse spectrale s'accorde avec cette manière de voir, car la plus grande partie de la lumière d'une comète est bien, en général, de la lumière solaire réfléchie par des particules non gazeuses disséminées dans un grand espace. Quant à la lumière propre qu'on a constatée dans toutes les comètes dûment analysées, avec des caractères assez semblables à ceux du spectre de certains hydrocarbures traversés par l'étincelle électrique, il y a là des difficultés d'interprétation qui, fort heureusement, n'ont que des rapports fort éloignés avec le phénomène mécanique.

Plusieurs de mes auditeurs de la Sorbonne auraient désiré quelques explications sur le sort de ces matériaux qui vont au loin former la queue. Sont-ils perdus pour ces astres? Les comètes périodiques ne devraient-elles pas être depuis longtemps épuisées par leurs fréquents retours au périhélie? Voici ma réponse. Il est certain que les nébulosités les plus légères, celles dont les molécules décrivent des orbites hyperboliques, doivent fuir indéfiniment dans l'espace et quitter même le système solaire. Les plus lourdes, celles qui forment en général les queues brillantes, décrivent des ellipses et restent dans notre système; mais elles y circulent dans des orbites entièrement différentes de celle de la comète mère, et sont aussi perdues pour elle. La comète abandonne donc une partie de sa substance chaque fois qu'elle revient au soleil. Ce qui préoccupait mes auditeurs, c'était de concilier ces pertes répétées avec l'idée qu'une comète périodique doit faire partie de notre système, au même titre et aussi anciennement que les planètes. Mais cette supposition n'est pas exacte. Il y a tout lieu de croire, au contraire, que l'incorporation de ces comètes à courte période, qu'elles reviennent tous les soixante-seize ans comme celle de Halley, ou tous les trois ou quatre ans comme celle d'Encke, ne remonte pas très loin. Qu'une comète ordinaire, c'est-à-dire à période très longue comprenant bien des milliers d'années, vienne à passer près d'une grosse planète, de Jupiter surtout, cela suffira pour que son mouvement presque parabolique autour du soleil change de nature et devienne, par exemple, fortement elliptique. Or il n'est pas impossible de fixer, pour une comète donnée, la date de l'événement, et c'est ce que M. Leverrier a tenté de faire pour celle dont les débris forment actuellement l'essaim des étoiles filantes du mois d'août. Il a trouvé que cette comète avait dû prendre son orbite actuelle pour s'être trop rapprochée d'Uranus en l'an 126 de notre ère. Quant à la comète de Halley, on la suit, de révolution en révolution, dans les siècles passés, jusqu'à l'an 12 avant Jésus-Christ. Au delà, les annales chinoises ne mentionnent plus rien qui s'y rapporte. Il serait donc possible que son introduction dans les régions voisines du soleil ne remontât qu'à deux mille ans. Or, dans cet intervalle, elle a passé vingt-cinq fois à son périhélie, elle a suffi à la formation de 25 queues, dont la dernière, en 1835, avait encore 20° de longueur. Elle n'est donc pas encore épuisée de matériaux capables de former une belle apparition en 1910.

Mais la question capitale sur laquelle je crois devoir fixer l'attention des lecteurs de votre excellente *Revue*, c'est cette force répulsive dont la figure des comètes nous révèle l'existence. Pour ne pas la voir, il a fallu que Newton et ses successeurs fermassent les yeux à l'évidence. Je suppose qu'aux débuts de la doctrine de l'attraction universelle, il y avait un intérêt majeur à tout réduire à l'action d'une force unique. Reconnaître au soleil une action répulsive, dont on n'aurait pu alors circonscrire nettement le genre d'action, c'eût été introduire une grave complication et entraver, peut-être pour bien longtemps, l'adoption déjà si lente de la nouvelle doctrine. Il fallait donc tâcher d'y faire rentrer tous les phénomènes cométaires. Cela était-il possible? Oui, à la condition de se contenter d'une hypothèse impossible et d'un raisonnement forcé.

Voici l'explication de Newton. Les cieux sont remplis d'une matière subtile, pondérable, qui forme autour du soleil une immense atmosphère. Le phénomène de la nuit montre que

cette atmosphère est parfaitement transparente; les rayons du soleil la traversent donc sans l'échauffer. Mais il en est autrement des matériaux cométaires. Ceux-là sont opaques, puisqu'ils nous renvoient la lumière du soleil. Ils sont donc échauffés par ses rayons. La chaleur qu'ils acquièrent ainsi se communique, par contact, à la matière subtile dont on vient de parler. Celle-ci, en s'échauffant, devient plus légère que le milieu ambiant et tend à s'élever dans l'atmosphère que ce milieu pesant forme autour du soleil. De là un courant ascendant, c'est-à-dire opposé au soleil, qui entraîne les particules opaques de la comète de manière à former la queue. C'est ainsi que la fumée des corps enflammés monte verticalement dans notre propre atmosphère, parce que la chaleur du foyer échauffe l'air de la cheminée, le rend plus léger que l'air extérieur et le force à monter en entraînant avec lui la fumée. Ainsi, dans l'un et l'autre cas, la répulsion n'est qu'apparente : la seule force en jeu est l'attraction qui fait peser l'atmosphère sur le corps central; une partie rendue plus légère ne monte que par le seul excès de poids du milieu déplacé sur celui de la partie raréfiée.

Laplace a montré l'erreur de cette hypothèse en faisant remarquer qu'une atmosphère quelconque, celle du soleil comme les autres, ne saurait s'étendre au delà de la région où la force centrifuge née de la rotation ferait équilibre à la pesanteur. Cette limite est bien plus voisine du soleil que l'orbite de Mercure. Les particules matérielles placées au delà doivent circuler autour du soleil suivant les lois de Képler. Elles ne sauraient donc, en aucune façon, constituer des couches atmosphériques pesant les unes sur les autres. Or les queues de comètes se produisent dans ces régions où aucune atmosphère solaire ne saurait exister, et même bien au delà de l'orbite de Mars.

Si l'on veut absolument remplir de matière subtile le vide des espaces célestes, il faut que cette matière soit impondérable. Mais alors elle cessera de former une atmosphère autour du soleil, et les mouvements ascensionnels supposés par Newton y deviendront impossibles. Pour que ce grand géomètre ait consenti à reprendre ainsi en sous-œuvre une idée cartésienne qu'il avait tant combattue, pour qu'il ait méconnu une vérité rendue presque évidente par les théorèmes alors si bien connus sur la force centrifuge, il a fallu une bien forte préoccupation; un génie si vigoureux n'aboutit pas à l'erreur par simple défaillance.

C'est que, convaincu que tout devait se ramener à son attraction universelle, il aurait regardé comme antiphilosophique de recourir à une autre force et de compliquer par là le système de l'univers.

Et pourtant cette autre force existe; elle existe au même titre que l'attraction. Certains indices donnent à croire qu'elle ne se fait pas sentir seulement dans la formation des queues de comètes. Ces indices, ce sont, entre autres, les petites discordances qui existent entre la théorie de l'attraction et des phénomènes délicats tels que l'accélération séculaire de la lune, celle de la comète d'Encke, etc. Ils se multiplieront sans doute à mesure que s'élargira le champ de l'astronomie de précision qui n'embrasse pas encore un siècle et demi. C'est que cette force étant proportionnelle, non pas aux masses, mais aux surfaces, elle ne produit d'effets saillants, frappant immédiatement nos yeux, que sur les matériaux les plus ténus; les masses denses du système planétaire ne peuvent la manifester qu'à la longue, par des effets séculaires.

D'ailleurs l'attraction elle-même est insensible lorsqu'on la cherche entre de faibles masses comme les corps terrestres. Pour la mettre en évidence, il a fallu recourir aux moyens d'expérimentation les plus délicats. Même difficulté pour reproduire autour de nous, par des expériences de cabinet, les effets de la répulsion solaire. C'est une force toute différente de l'attraction; elle n'a d'analogie qu'avec celles qui naissent de l'état physique des corps, telles que l'électricité, le magnétisme ou la chaleur. Est-ce une force électrique, comme le croyait Olbers, une force bipolaire analogue au magnétisme, comme le pensait Bessel? Après avoir longuement étudié les faits, je me suis arrêté à l'idée que c'était une manifestation, à distance, de la répulsion calorifique due à l'état d'incandescence du soleil. Par des expériences qui ont précédé de beaucoup celles de M. Crookes et qui n'ont d'ailleurs avec elles qu'une analogie bien éloignée, j'ai réussi à la mettre en évidence.

Il s'agissait d'opérer sur des matériaux très raréfiés. J'ai pris pour cela l'air qui reste dans une cloche après qu'on y a fait le vide à l'aide de la machine pneumatique. Une plaque de platine, portée à l'incandescence par le courant d'une pile, devait agir sur ces matériaux. La difficulté était de les

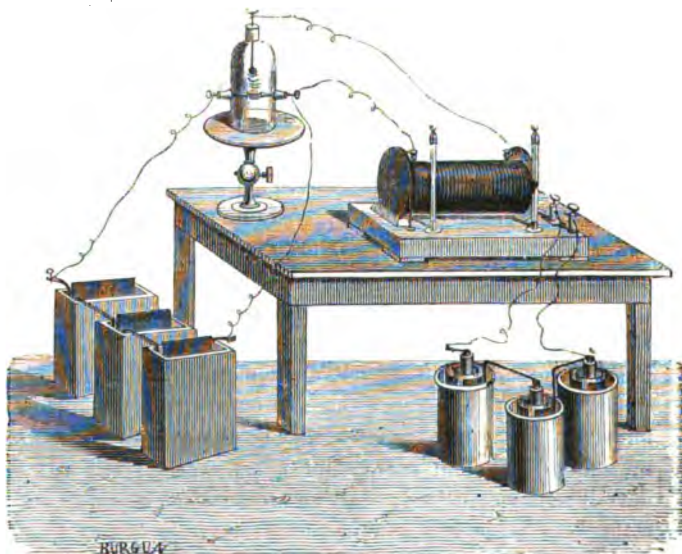


Fig. 14.

rendre visibles. J'y suis parvenu en illuminant cet air par l'étincelle d'une machine d'induction. Voici la disposition de l'appareil (fig. 14). La cloche porte deux réophores, l'un vertical, l'autre horizontal. Le second est interrompu par une lame mince de platine. Lorsqu'on met les rhéophores A et B en communication avec les pôles de la machine d'induction, des stratifications lumineuses se forment entre A et B. Le pôle positif étant en B, une mince auréole bleuâtre se

répandra sur ce conducteur, y compris la lame de platine. Si, à ce moment, on porte cette lame à l'incandescence, par un courant spécial, la matière lumineuse qui en recouvre les deux faces est repoussée et forme comme deux lèvres



Fig. 15.

(fig. 15) qui s'écartent d'autant plus que l'incandescence est plus prononcée.

Cette expérience ne pourrait être interprétée par une décharge obscure qui s'opérerait à travers des gaz raréfiés que la chaleur aurait rendus bons conducteurs, car dans ce cas, les lèvres lumineuses seraient interrompues. On ne peut pas davantage l'expliquer par les mouvements de la matière gazeuse en contact avec la lame incandescente, car le phénomène ne serait pas alors le même au-dessus et au-dessous de la plaque. Si cet air, en s'élevant, chassait l'auréole brillante comme on le ferait sans doute en soufflant dessus, les deux arcs lumineux, le supérieur du moins, se déferait. L'allure si régulière de ce phénomène est tout à fait conforme à l'idée d'une force répulsive maintenant les molécules de l'air raréfié à une certaine distance, et produisant un vide parfait entre les deux lèvres lumineuses. Inutile d'ajouter que si l'on vient à diminuer l'incandescence, les deux lèvres se rapprochent. Elles s'appliquent entièrement sur les faces de la lame de platine lorsque celle-ci revient à la température première.

Quoi qu'il en soit, l'existence de la répulsion solaire ne saurait plus être mise en question, et la théorie générale des comètes entre, par cela même, dans une phase nouvelle.

Ce n'est pas une exagération. Jusqu'ici, pour les astronomes observateurs et calculateurs, une comète se réduit à son noyau, et même au point milieu de ce noyau que l'on considère comme le centre de gravité de la masse entière, c'est-à-dire comme le point auquel s'appliquent les lois de Képler. Quant au reste de l'astre, on ne s'en occupe pas. Cependant, en voyant se former les immenses queues de certaines comètes, qui les font ressembler à des fusées volantes, on devrait se demander si la réaction produite sur le noyau par cette gigantesque émission de matériaux, s'opérant à l'opposite du soleil, ne doit pas altérer, par voie de réaction, la marche du noyau lui-même, en ajoutant, à l'accélération due à la gravitation vers le soleil, celle qui semble devoir résulter de cette réaction. Il est bien remarquable que les astronomes se soient mis à la recherche d'influences imperceptibles ou imaginaires, telles que la résistance d'un éther impondérable, sans avoir seulement examiné la réaction dont je viens de parler.

La théorie que je viens d'exposer nous apprend que cette réaction est nulle. En effet, une comète fuse par les deux bouts, c'est-à-dire du côté du soleil et du côté opposé ; les matériaux qu'elle perd ainsi ne peuvent donc réagir sur elle, et comme ils ont cessé de lui appartenir, la force répulsive du soleil peut s'en emparer et les chasser au loin sans modifier la marche du noyau. Mais cette indépendance est un résultat de la théorie que je viens d'exposer : il était impossible de la soupçonner *à priori*.

La force répulsive elle-même n'en doit pas moins faire sentir quelque peu son action sur le noyau, à moins que la densité de celui-ci ne soit très considérable. On devra donc l'introduire dans les équations différentielles du mouvement à la place de la résistance d'un éther impondérable. Il est bien remarquable que l'intégration complète de ces équations ainsi modifiées s'obtienne en termes finis. Cette force produit, sur tous les éléments (sauf l'inclinaison et la longitude du nœud), des variations périodiques dont j'ai donné l'expression il y a plus de vingt ans. Elle produit aussi sur le demi-grand axe et l'excentricité des variations séculaires. Le mouvement de la comète s'accélère et l'excentricité diminue tout comme par la résistance d'un milieu immobile, c'est-à-dire impondérable.

Ces effets, fort peu sensibles pour la plupart des planètes à cause de leur grande densité et de la grande distance qui les sépare du soleil, peuvent se manifester pour la lune, et, ce qui donne quelque poids à cette remarque, c'est la circonstance que les observations anciennes de notre satellite, comparées aux modernes, persistent à indiquer une accélération séculaire du moyen mouvement bien plus forte que celle de la théorie de l'attraction

Enfin permettez-moi de faire remarquer que cette étude de la figure des comètes nous sert à fixer un peu mieux nos idées sur la constitution de l'espace circumsolaire dans lequel les astronomes et les physiciens ont déjà placé tant de choses, depuis l'éther impondérable et néanmoins condensé autour du soleil, jusqu'aux anneaux nébuleux ou les planètes Vulcain de M. Leverrier. Parmi les matériaux abandonnés par les comètes, il en est de très légers qui sont expulsés à toujours ; mais les plus lourds, les plus abondants, ceux qui ont formé les queues les plus brillantes et les plus fortement courbées, décrivent des orbites elliptiques et repassent à chaque révolution dans la région du périhélie de la comète à laquelle ils ont appartenu. Si l'on considère le grand nombre des comètes qui ont circulé depuis des millions d'années dans tous les plans imaginables, et passé près du soleil dans les directions les plus diverses, on reconnaîtra que ces matériaux abandonnés, totalement imperceptibles loin du soleil à cause de leur grand écartement, doivent produire quelque effet dans le voisinage immédiat du soleil, parce qu'ils y sont bien plus resserrés. Certes, on ne saurait les considérer comme un *milieu* pondérable, car ces matériaux qui se meuvent en tous sens sont essentiellement discontinus et forment des courants séparés. Mais, près du soleil, région où ils passent en se resserrant, la lumière qu'ils nous renvoient peut devenir sensible et produire diverses apparences encore inexpliquées, telles que la lumière zodiacale et l'auréole ou gloire qui s'étend si irrégulièrement autour du soleil éclipsé. A cela s'ajoutent les essaims d'étoiles

plantes qui proviennent, non pas des queues, mais bien de la décomposition progressive de certaines comètes, et on aura ainsi, des régions circumsolaires, une idée plus réelle que toutes les hypothèses de milieu cosmique pondérable ou non. Il y a sans doute, dans cette voie, plus d'une découverte intéressante à faire.

En terminant cette longue lettre, je vous demande la permission de reproduire les éléments de l'orbite que la comète de Halley décrira en 1910, éléments dont j'ai dit quelques mots à la Sorbonne. Nous les devons à M. de Pontécoulant. Ils sont intéressants à plus d'un titre; d'abord, parce qu'on en peut déduire, avec une certaine sûreté, tous les détails de la brillante apparition que nous promet cette célèbre comète, au commencement du siècle prochain, dans vingt-huit ans, vers la mi-juin; ensuite, parce que les perturbations qu'elle subit dans cette dernière révolution par l'action de Jupiter, et dont M. de Pontécoulant a dû tenir compte par d'immenses calculs, sont réellement formidables. Elles s'élèvent à 678 jours pour la durée de la révolution.

ÉLÉMENTS ELLIPTIQUES DE LA COMÈTE DE HALLEY A SON PASSAGE AU PÉRIHÉLIE DE 1910 (1).

Instant du passage au périhélie.	1910, mai 24j,37
Excentricité.	0,961 733 17
Lieu du périhélie sur l'orbite.	305°,38',14"
Longitude du nœud ascendant	57°,10',33"
Inclinaison de l'orbite sur l'écliptique. .	17°,46',51"
Demi-grand axe.	17,9554574
Moyen mouvement diurne	46",635078
Sens du mouvement.	Rétrograde.

HERVÉ FAYE,
Membre de l'Institut.

BOTANIQUE

La phosphorescence dans le règne végétal.

Chez les végétaux vivants, des émissions de lumière ont été observées dans une douzaine de plantes phanérogames et une quinzaine de plantes cryptogames. La phosphorescence des fleurs du *Pyrethrum inodorum*, de la *Tubéreuse* et des *Pandanus* est connue depuis longtemps (2). Haggren et Crome ont constaté les premiers ces radiations lumineuses chez la capucine et le souci, et, il y a quelques années, nous avons pu voir, par un temps orageux d'été, des lueurs phosphorescentes se dégager des fleurs de la grande capucine (*Tropæolum majus*) cultivée dans un jardin de la Sarthe (3).

Plusieurs botanistes ont aussi parlé des lueurs verdâtres du *Schistostega osmundacea*, petite plante de la famille des mousses qui habite plus particulièrement le nord de l'Europe. Le *Schistostega*, inconnu pendant longtemps en France, a été découvert, il y a une dizaine d'années aux environs de Josselin (Morbihan), par notre ami Alphonse Legal, jeune et zélé botaniste décédé en mars 1873. Depuis cette époque, M. le docteur Avice a eu l'heureuse fortune de retrouver la même mousse (septembre 1876) à Trégarantec, près Rostrenen (Côtes-du-Nord). Le *Schistostega* tapisse au fond d'une remise obscure les petites excavations formées par le granite. Les reflets dus à son prothalle offrent un contraste tellement frappant avec l'obscurité du lieu, qu'au premier abord on serait tenté de croire à une véritable phosphorescence. Des enfants qui jouaient souvent dans cette remise connaissaient depuis quelque temps le *Schistostega* qu'ils appelaient « la mousse qui brille ». Ici, il s'agit d'un phénomène assez complexe produit par le protonéma persistant de la plante qui reflète une belle couleur émeraude.

Sous l'équateur, dans les eaux de l'Atlantique, Meyen a aussi signalé une petite algue du groupe des oscillatoires, incolore et lumineuse (1). Mais ces émissions de lumière sont surtout particulières aux champignons. L'agaric de l'olivier (*Agaricus olearius*), remarquable par sa couleur d'un beau jaune doré, croît en Provence dans les mois d'octobre et de novembre, au pied des oliviers, ou sur les troncs du charme et du chêne vert. M. Tulasne a remarqué que cet agaric, encore jeune, répand une lumière vive et reste doué de cette remarquable faculté tant qu'il demeure frais. Le siège de la phosphorescence est le plus ordinairement la surface de l'hymenium. Beaucoup de champignons phosphorescents dans leurs feuillets ne le sont pas en aucun autre point; le stipe, c'est-à-dire le pied ou le support du chapeau, est aussi phosphorescent. L'agaric de l'olivier ne luit que pendant la vie; avec la mort, le phénomène cesse immédiatement. Les lueurs sont blanches, tranquilles, uniformes, semblables à celles du phosphore dissous dans l'huile. Cette lumière blanche contient donc les radiations appartenant aux diverses régions du spectre et, lorsqu'elle se produit, on constate toujours une vive absorption d'oxygène. Un agaric phosphorescent s'éteint dans l'hydrogène, l'acide carbonique et l'azote. L'éclat de la lumière blanche du champignon, loin d'augmenter dans l'oxygène pur, diminue. Il en est de même, on le sait, pour le phosphore qui ne luit pas dans l'oxygène pur. Au-dessous de 3 à 4°, la phosphorescence disparaît pour reparaître quand la température s'élève; elle atteint son maximum entre 8 et 10°.

Nous connaissons encore plusieurs agarics lumineux : l'*Agaricus igneus* qui croît en l'île d'Amboine; l'*Agaricus noctilucens*, observé à Manille (Philippines); l'*Agaricus Gardneri* qui naît dans la province brésilienne de Goyaz, sur les feuilles mortes d'un palmier nain; l'*Agaricus lampas* et quelques autres formes australiennes. L'agaric de Gardner a été découvert au Brésil par M. Gardner. Le savant botaniste rencon-

(1) *Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, t. LVIII, p. 830.

(2) Conrad Gesner, *De raris et admirandis plantis quæ sive quod noctu luceant, sive alias ob causas* lunariæ *dicuntur commentariolus*. Tiguri, 1555.

(3) Louis Crié, *Sur quelques cas nouveaux de phosphorescence dans les végétaux* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 21 novembre 1881).

(1) Meyen, *Neues Syst. der Pfl. Physiol.*, II, 192 et 202.

tra cette espèce par une nuit sombre de décembre, en suivant les rues de la ville de la Nativité. Des enfants s'amusaient avec un objet lumineux qu'il supposa d'abord être une grande luciole (1); mais, après examen, il reconnut que c'était un bel agaric qui croissait abondamment dans le voisinage, sur les feuilles mortes d'un palmier nain. La plante entière répand la nuit une brillante lumière, d'un vert pâle, assez semblable à celle des grandes lucioles. Cette circonstance et sa naissance sur un palmier l'avaient fait appeler par les habitants « flor de coco » (2). Le même agaric croît aussi à Bornéo. « Par une nuit sombre, dit le docteur Cuthbert Collingwood, les champignons se voyaient distinctement, à une distance modérée, brillant d'une lueur d'un vert pâle. Çà et là apparaissaient des taches d'un éclat beaucoup plus intense; c'étaient des échantillons très jeunes et très petits. La phosphorescence ne se communiquait pas à la main et ne semblait pas diminuée, du moins pendant quelques heures, par la séparation du champignon et de la racine sur laquelle il croissait. Je regarde comme probable que le mycelium de ce champignon est aussi lumineux, car, en retournant le sol pour chercher des vers luisants, j'observai de petites taches de lumière qui ne pouvaient se rapporter à aucun objet, à aucun corps particulier. Quand on les amenait au jour et quand on les examinait, elles étaient dues à quelques petites portions du mycelium. M. Hugh Low m'a assuré avoir vu toute la savane resplendissante de lumière au point qu'il eût pu lire en passant à cheval. Il fit cette observation, il y a quelques années, en traversant l'île par la route de la savane; c'est un agaric qui produisait ce phénomène (2). »

M. James Drummond a découvert dans l'Australie occidentale deux agarics qui répandent la nuit une lumière extrêmement curieuse. La première espèce fut trouvée sur le tronc d'un *Banksia,* arbre de la famille des protéacées. Le champignon, mis sur un journal, émettait une lumière phosphorescente suffisante pour permettre de lire tout autour; le phénomène dura plusieurs nuits consécutives en diminuant d'intensité à mesure que la plante vieillissait. La seconde espèce fut observée quelques années après. M. James Drummond, pendant une de ses excursions botaniques, fut frappé par l'apparence d'un énorme agaric pesant environ deux kilogrammes. Ce champignon était dans une salle où il répandait une lumière remarquable. Les naturels, fort effrayés lorsqu'ils rencontrent cet agaric, crient *chinga,* ce qui dans leur langue signifie esprit. Les agarics exotiques que nous venons de citer ont cela de commun avec l'agaric de l'olivier qu'ils naissent sur le bois mort. Comme *l'Agaricus olearius,* l'agaric de Gardner offre une belle couleur orangée; l'*Agaricus igneus* est d'un gris cendré et l'*Agaricus noctilucens* est blanc.

(1) Dans le règne animal, les émissions de lumières produites par les *lampyres* ou *vers luisants* sont connues de tout le monde. Mais, chez les élatères, insectes des parties tropicales de l'Amérique, ce phénomène est surtout remarquable par son intensité. La lumière qu'ils émettent est tellement vive, qu'elle a souvent été utilisée, par les voyageurs, pour s'éclairer pendant la nuit. La faculté de produire de la lumière est encore connue chez quelques myriapodes (*Scolopendra phosphorea*) et chez plusieurs crustacés et annélides. Parmi les mollusques *l'Helix noctiluca*, et, chez les zoophytes-échinodermes, *l'Asteria noctiluca* sont aussi phosphorescents. Enfin les noctiluques (*Noctiluca miliaris*), protozoaires abondants dans les eaux superficielles de l'Océan, constituent l'une des causes les plus ordinaires de la phosphorescence de la mer.

(2) *Hooker's Journ. bot.*, 1848, vol. II, p. 426.

(3) *Journ. Linn. Soc.* (*Bot.*), vol. X, p. 469.

Quant aux radiations lumineuses produites par ces cryptogames, on peut dire qu'elles ne sont pas moins variées dans leur éclat que celles qu'on observe parmi les corps bruts chez lesquels on développe des propriétés lumineuses. Nous avons vu que les lueurs projetées par l'agaric de l'olivier sont blanches, tranquilles, uniformes, semblables à celles du phosphore dissous dans l'huile. L'*Agaricus igneus* (1) brille d'un éclat bleuâtre qui rappelle assez bien celui que les feuilles du *Phytolacca decandra* répandent quelquefois. L'*agaricus Gardneri* émet une lumière verdâtre.

Mais cette phosphorescence n'est nullement limitée au genre agaric. Récemment, en effet, j'ai vu, dans notre pays, l'*Auricularia phosphorea* et le *Polyporus citrinus* produire des radiations lumineuses. L'*Auricularia phosphorea* Sow. croît sur les arbres à demi pourris et le *Polyporus citrinus* Pers, sur les troncs des saules, des chênes et des pommiers.

On a signalé récemment, en Angleterre, un exemple remarquable de phosphorescence. « Un lot de bois avait été acheté et était charrié à sa destination. Dans la charge se trouvaient des bûches de mélèze ou de sapin. Quelques jeunes amis vinrent à passer pendant la nuit sur la colline et furent surpris de retrouver la route parsemée de taches lumineuses; après un examen attentif, ils s'aperçurent que ces lueurs étaient produites par des morceaux d'écorce ou de petits fragments de bois. Suivant la trace, ils arrivèrent à un véritable foyer de lumière blanche. On l'examina et l'on vit que tout l'intérieur de l'écorce de la bûche était couvert d'un mycelium byssoïde blanc, exhalant une odeur particulière, malheureusement ce mycelium était dans un tel état qu'on ne pouvait pas distinguer la forme parfaite de la végétation (2). »

M. Tulasne a le premier fait connaître la phosphorescence spontanée des feuilles mortes du chêne. « Ces feuilles, dit le savant mycologue, étaient toutes de l'année précédente et étaient tombées naturellement à l'approche du printemps. Leur tissu avait encore de l'élasticité et une grande force de cohésion; aucune d'elles n'était lumineuse sur toute sa surface; en général, leurs points les plus brillants étaient ceux où la coloration brune ou grise de la feuille était la plus faible, ceux surtout qu'une altération particulière du parenchyme avait rendus très minces et presque blanchâtres. J'ai vu briller de la même manière des bourgeons desséchés et en partie détruits, ainsi qu'une petite ramille qui avait cer-

(1) « Nocte lucent instar stellæ igne cærulescente, vel instar millepedis commoliti; sed non hoc diutius fit nisi dum humidam continent viscositatem; ita ut nocte facile distingui possint. » (*Rumph. Herb. Amb.*, VI, 130.)

(2) Berk, *Gard. chron.*, 1872, p. 1258.

tainement péri sur le chêne qui l'avait produite et s'en était ensuite séparée par une sorte de désarticulation bien reconnaissable; la surface désarticulée de cette brindille projetait seule une vive lumière. Les surfaces brillantes de ces divers objets étaient toutes plus ou moins mouillées d'eau; les essuyer avec le doigt diminuait leur éclat; cependant il fallait les frotter vivement quelques instants pour les rendre obscures et aucune matière phosphorescente ne s'attachait à mes mains. J'ai tenu dans ma bouche des feuilles lumineuses, je les ai humectées de salive sans diminuer leur éclat; j'en ai laissé sous l'eau pendant trois jours et plusieurs brillaient encore dans ce liquide au bout de ce temps (1). »

Les rhizomorphes, ou l'appareil végétatif d'un grand nombre de champignons, sont aussi phosphorescents. Ces productions s'étendent sous le sol en longs cordons rameux, dans le voisinage des vieilles souches, de celles du chêne surtout, qui sont en voie de décomposition et sur lesquelles elles sont fixées par un de leurs cordons. Ceux-ci sont cylindriques, flexibles, revêtus d'une écorce crustacée assez fragile, d'abord lisse et brune, puis noire et rugueuse. Leur tissu intérieur, blanchâtre, revêt finalement une couleur brun foncé. J'ai pu m'assurer que la lumière projetée par les jeunes cordons des rhizomorphes est blanche, continue, très vive. Sur des rhizomorphes plus âgés les lueurs sont à peine perceptibles. Je parle ici du *Rhizomorpha fragilis* Roth (*R. subterranea* Pers), que j'ai recueilli, il y a environ huit ans, dans le bois de Pannetière, près le Mans, sous l'écorce d'un chêne et au pied de cet arbre où il formait un réseau souterrain. Ces cordons lumineux constituaient l'appareil végétatif d'un bel agaric (*Agaricus annularius* Bull.) que j'ai pu observer, croissant en groupe au pied du même arbre, dans le bois de Pannetière, vers la fin d'octobre de l'année suivante. Les rhizomorphes, communs dans les mines, donnent une lumière bien connue des mineurs qui peuvent voir leurs mains à cette clarté.

Les cordons lumineux du *Rhizomorpha subterranea* sont faciles à observer dans la mine de Pontpéan, près de Rennes. Je citerai encore le *Rhizomorpha setiformis* et une forme particulière de rhizomorphe qui se développe dans l'intérieur des branches de sureau. Ayant divisé une certaine quantité de ces branches altérées par les filaments d'un *Rhizomorpha* dont je recherchais l'appareil conidiophore, je vis, avec surprise, sur une table couverte de tiges de sureau brisées, de légères lueurs produites par le rhizomorphe. Ce champignon, ainsi que j'ai pu m'en assurer, possède un appareil reproducteur qui paraît identique par son organisation avec la clavule conidiophore des stilbum. Or j'ai constaté que les filaments chargés d'abondantes conidies produisent seuls des lueurs phosphorescentes. J'ajouterai enfin que des *Xylaria polymorpha*, recueillis sur de vieilles souches, dans un jardin, ont émis de légères lueurs blanches, comparables à celles que le phosphore répand dans l'air en s'oxydant. C'est la première fois que l'on constate une émission de lumière chez un ascomycète. Dans l'un et l'autre cas, la phosphorescence me paraît être un effet de la respiration des parties du *Rhizomorpha* et du *Xylaria*.

(1) Tul, *Sur la phosphorescence des champignons* (*Ann. sc. nat.*).

Voici la liste des champignons phosphorescents connus jusqu'à ce jour.

Basidiomycètes	*Agaricus olearius* Dc. Indigène de l'Europe méridionale.
	Agaricus igneus Rumph. Ile d'Amboine.
	Agaricus noctilucens Lév. Manille (Philippines).
	Agaricus Gardneri Berk. Brésil.
	Agaricus lampas Berk. et plusieurs formes voisines d'Australie.
	Auricularia phosphorea Sow.
	Polyporus citrinus Pers.
	Rhizomorpha fragilis. Appareil végétatif de l'*Agaricus annularius* et de plusieurs autres champignons.
	Rhizomorpha setiformis Roth.
Ascomycètes. . .	*Xylaria polymorpha* Grev.

Les végétaux dont il vient d'être question émettent des radiations lumineuses durant leur vie et lorsqu'ils se décomposent. Nous pourrions encore citer la phosphorescence du bois, de la sève laiteuse de certaines euphorbes et de la pulpe des fruits (pêche, abricot) qui commencent à se pourrir. Mais nous croyons avoir suffisamment démontré la fréquence des phénomènes de phosphorescence dans le règne végétal.

LOUIS CRIÉ.

PHYSIOLOGIE

Les localisations cérébrales, d'après M. Exner.

La question si intéressante de la localisation fonctionnelle de diverses parties de l'encéphale, et principalement de la région corticale, question qui présente un intérêt égal pour le clinicien et pour le physiologiste, a été abordée d'une façon complètement nouvelle par M. Exner (1).

En effet, d'après la remarque très juste de M. Exner, les données physiologiques obtenues expérimentalement sur les animaux ne peuvent être appliquées à l'homme que sous certaines réserves, en ce qui touche principalement la fonction des hémisphères cérébraux. Pour étudier de plus près cette question, le savant professeur viennois se demanda si l'on ne pourrait pas l'envisager à un autre point de vue, et par d'autres méthodes que celles qui étaient mises en usage jusqu'à présent. En présence de la grande quantité d'observations sur la localisation cérébrale, l'auteur a cru pouvoir procéder actuellement à la systématisation de tous les matériaux acquis, en mettant à part les données rigoureuses et certaines, et en les séparant des phénomènes

(1) Professeur Sigmund Exner, *Untersuchungen ueber die Localisation der Functionen der Grosshirn-rinde des Menschen*. Wien, 1881. *Recherches sur la localisation des fonctions de la région corticale chez l'homme*.

accidentels et accessoires. Pour expliquer ce travail de la part d'un physiologiste, et non d'un clinicien, l'auteur allègue que, pendant plusieurs années, il a observé, à Vienne, beaucoup de cas de lésions corticales, et ensuite que les données bibliographiques sur lesquelles il fonde ses recherches ont été recueillies par lui dans un grand nombre de publications, et enfin, que toutes les observations qui forment la base de son travail ont été soumises à une analyse rigoureuse.

Dans l'aperçu historique de la question des localisations cérébrales, l'auteur passe rapidement en revue les premières indications données par *Bouillaud* (1825), les recherches de *Dax* père et fils, de *Broca*, de *Meynert* et autres; il attire ensuite l'attention sur les résultats, si célèbres, des expériences de *Hitzig* et de *Fritsch*. En terminant son aperçu historique, M. Exner remarque que c'est à la science française, et principalement à M. Charcot et à son école, que revient, de tout droit, l'honneur d'avoir contribué le plus à l'étude de cette question, si intéressante, de la pathologie nerveuse.

Pour éviter toute confusion dans l'interprétation des résultats acquis par différents auteurs, M. Exner a passé en revue plusieurs milliers d'observations diverses publiées en différentes langues. Il se borna alors à l'étude des altérations des fonctions sensitives et motrices dues à une lésion corticale circonscrite. 176 observations ont servi de base à son étude. Toutes avaient les données nécessaires pour être suffisamment complètes, en ce qui touche les données cliniques et les résultats de l'autopsie; dans ces observations on n'avait constaté aucune autre lésion, soit de l'encéphale, soit de la moelle. Dans ce nombre sont comprises aussi les observations de lésions dites latentes (où la lésion corticale n'était révélée par aucun symptôme pendant la vie), et celles où la dimension et la profondeur de l'altération de substance blanche subjacente étaient indiquées exactement. Tous les cas compliqués de méningite, de traumatisme, soit du cerveau, soit du crâne, ont été exclus de la collection. La liste des observations recueillies et analysées par l'auteur remonte au 1er janvier 1880 ; par conséquent, plusieurs observations, qui ont paru après ce terme, n'ont pas pu être utilisées (1).

Les méthodes de recherches employées par l'auteur se présentent sous trois caractères différents. La première méthode consiste principalement à accumuler les faits négatifs en ce qui touche la localisation. Dans ce but, sur la surface extérieure des hémisphères moulés en plâtre, on marquait de différentes couleurs l'endroit de la lésion, qui n'a pas donné lieu pendant la vie à tel ou tel autre symptôme, en excluant auparavant une zone quelconque (soit de la jambe, soit du bras), et remarquant combien de fois une lésion qui ne donnait pas de symptômes moteurs intéressant ces extrémités se rencontrait sur la zone supposée motrice de ces deux membres. On arrive ainsi à déterminer le centre moteur par voie d'exclusion. La seconde méthode consistait en ce que toute la région corticale était divisée d'une façon à peu près uniforme en 367 carrés (l'auteur n'explique pas pourquoi il a voulu choisir ce nombre), et ensuite on notait en chiffres, sur chaque partie de la surface ainsi divisée, combien de fois une certaine région présentait une lésion donnée, et en combien de cas elle était suivie d'un symptôme correspondant pendant la vie. Les recherches de l'auteur se sont portées exclusivement sur les troubles de la motilité des deux extrémités et des régions innervées par les nerfs facial, hypoglosse, moteur de l'œil, abducteur et trijumeau.

Pour connaître en chiffres exacts la fréquence de la localisation dans une région quelconque, l'auteur se servait des données statistiques centésimales : à cet effet les régions affectées étaient coloriées par douze nuances différentes, en commençant par le blanc, qui correspondait à 0 et finissant par le noir, en passant par différentes nuances, jusqu'au noir complet, qui présentait le maximum d'intensité, soit 100. Ainsi la méthode d'observation centésimale complétait les résultats de la méthode des faits négatifs. La troisième méthode, celle des faits positifs, que l'auteur, avec raison, envisage comme la plus défectueuse, n'était employée qu'au cas où les autres méthodes étaient inapplicables.

D'après la détermination de l'auteur, les régions corticales sont divisées de la manière suivante.

Certaines régions sont *absolues*, ce qui veut dire que dans tous les cas, la lésion de cette région entraîne nécessairement tel ou tel symptôme. D'autres régions que l'auteur nomme *relatives* sont celles dont la lésion n'est pas constamment suivie d'un symptôme persistant.

En examinant les tableaux ajoutés à la fin de l'ouvrage, on remarque que, grâce aux deux méthodes suivies par l'auteur, les cas analysés par la méthode d'exclusion se complètent par ceux dont l'analyse est faite par la méthode centésimale, et en conséquence, ce qui est présenté en blanc sur les tableaux de la première méthode est présenté en noir sur ceux de la seconde. Quand on se sert uniquement de la méthode des faits positifs, on ne donne de valeur qu'à certain symptôme, qu'on veut trouver, en laissant de côté tous les autres, qui ne se prêtent pas aussi facilement à l'idée préconçue : cependant les données de la pathologie physiologique sont si intimement liées entre elles, qu'on ne doit pas, sous peine de faire violence à la vérité, faire prévaloir un côté de l'observation sur les autres faits (1).

Les résultats des recherches de l'auteur faites par les mé-

(1) De notre part, nous croyons utile d'ajouter que l'observation sur un cas de porencéphalie fausse double, donnée par M. le professeur Mierzejewski dans les *Archives de neurologie*, en 1881, et unique encore dans l'histoire de la localisation cérébrale, par la netteté des lésions corticales décrites par le savant professeur, aurait pu compléter en certains points le travail de M. Exner.

(1) M. Couty (*Archives de physiologie*, etc., juillet, août 1881) attire aussi l'attention sur le manque de détails dans les recherches expérimentales en ce qui touche les fonctions cérébrales et corticales, principalement chez les animaux.

thodes susmentionnées sont exposés topographiquement pour chaque région, et séparément pour chacun des deux hémisphères.

La région motrice de l'extrémité supérieure, définie, comme dans les autres cas qui suivent, à l'aide des deux méthodes indiquées plus haut, se trouve située dans tout le gyrus central antérieur. Les points moteurs pour chaque groupe musculaire de l'extrémité supérieure ne peuvent pas encore être délimités d'une manière rigoureuse, à l'exception seulement de la région motrice de la paume de la main, qui se trouve située dans la partie inférieure du gyrus central antérieur. La région corticale absolue de l'extrémité inférieure pour l'hémisphère droit doit être constituée par le lobule paracentral, le tiers supérieur du gyrus central antérieur et aussi une partie du tiers supérieur et du gyrus central supérieur. Une certaine partie près du lobule quadrangulaire doit être rangée dans la zone motrice absolue de l'extrémité inférieure. En comparant les régions motrices des deux extrémités, on voit qu'elles se correspondent dans les deux hémisphères, avec cette différence pourtant que, dans l'hémisphère gauche, la zone absolue occupe en même temps une partie assez grande du lobe pariétal supérieur. Le lobule quadrangulaire, de même que le cuneus, doivent être rangés dans la zone motrice relative. D'une manière générale, le gyrus central antérieur et la moitié inférieure du gyrus central postérieur doivent être envisagés comme régions motrices absolues pour les deux extrémités dans les deux hémisphères. En passant en revue diverses observations connues d'amputation ancienne des deux membres à la suite desquelles on avait droit de s'attendre à des atrophies consécutives des régions motrices respectives, M. Exner remarque qu'en général elles ne présentent pas de données bien sûres. De même, diverses lésions circonscrites dans la région absolue commune aux deux extrémités n'ont pas de valeur pour la localisation, parce que dans ces cas l'extrémité supérieure est aussi affectée dans la grande majorité des cas.

La région corticale du nerf facial est absolue seulement dans l'hémisphère gauche : elle occupe la moitié inférieure du gyrus central antérieur, les circonvolutions frontales et la partie antérieure du gyrus supra-marginalis. Dans l'hémisphère droit, elle est relative et se confond avec la région motrice des deux extrémités. Pour le nerf hypoglosse, la zone motrice présente une intensité à peu près égale pour les deux hémisphères ; elle est située très probablement dans la partie inférieure du gyrus central antérieur et dans la partie adjacente de la troisième circonvolution frontale. La région motrice des muscles du cou et de la nuque, qui coïncide avec celle des deux membres, ne paraît pas être très intense, quoique assez diffuse, en ce qui touche ses dimensions sur la surface. En notant ce fait, l'auteur fait la remarque profondément juste, que si l'on avait tenu compte de toutes les données et si on avait voulu voir dans ces cas autre chose que des anomalies curieuses, on ne se serait pas fait une idée de la zone motrice, comme consistant en plusieurs petites régions très circonscrites, idée généralement envisagée comme incontestable aujourd'hui. La déviation conjuguée des yeux, c'est-à-dire du muscle droit interne d'un côté et droit externe de l'autre, est due dans tous les cas à la lésion unilatérale d'un hémisphère quelconque. La déviation conjuguée de la tête et des yeux, dans les cas de lésion corticale proprement dite, se fait toujours dans la direction de la lésion, dans les autres cas, accompagnés de différentes autres lésions cérébrales. L'auteur se range entièrement à l'opinion de *Landouzy* (*Progrès médical*, 1879, n[os] 36-49), d'après lequel la déviation a toujours lieu du côté opposé. La région motrice des muscles de l'œil se trouve située dans la partie motrice des hémisphères en général. Sans pouvoir pourtant nettement préciser ses limites, le point le plus reculé serait, en avant, la base du gyrus central antérieur, et en arrière certaines parties du gyrus angulaire. La région corticale du nerf trijumeau, vu la rareté et le peu de netteté de lésion dans les cas observés, ne doit pas être très intense et paraît être située le long de la partie antérieure de la fosse sylvienne.

En analysant la région motrice de la parole (l'aphasie étant envisagée comme symptôme de la lésion), l'auteur fait la réserve qu'il ne croit pas ses données suffisantes pour pouvoir tirer des conclusions absolues, car l'analyse n'a été faite qu'à l'aide de sa méthode statistique, et qu'en outre on ne peut pas actuellement admettre une région absolue pour le siège du langage. Comme maints auteurs d'aujourd'hui, M. Exner ne croit pas que la localisation de la parole se trouve exclusivement dans la circonvolution de Broca ; mais, d'après Meynert et autres, il croit nécessaire d'ajouter à cette région encore l'insula Reil, tout en admettant que les troubles de la locution sous ses diverses formes peuvent être dus aux lésions d'autres parties du cerveau (lobes quadrangulaire, temporal, occipital). Dans douze cas de sa collection, la lésion de la troisième frontale du côté droit n'était pas suivie de symptômes d'aphasie. Se fondant sur ses autres recherches, il en conclut que la région motrice de la parole est représentée dans l'hémisphère gauche d'une façon tellement intense qu'elle ne peut aller de pair avec aucune autre région motrice. Les zones des nerfs facial et hypoglosse coïncident parfaitement avec les parties les plus intenses de la zone motrice de la parole, ce qui indique clairement le rapport fonctionnel mutuel de ces deux régions et explique aussi que, dans tous les cas de lésion circonscrite, située, soit sur la troisième frontale, soit dans son voisinage, on doit toujours s'attendre au symptôme d'aphasie (voir Wernicke. *Lehrbuch der Gehirn Krankheiten*, 1881, Bd., I, p. 205). Les considérations générales de l'auteur sont suivies d'une analyse détaillée de plusieurs cas d'aphasie d'origine diverse, décrits par *Huguenin, Wernicke, Kussmaul, Charcot, Magnan, Bourneville, Boyer*, etc., que nous ne reproduisons pas, en renvoyant le lecteur à l'original.

La région corticale de la vision se trouve, d'après M. Exner, dans le lobe occipital, et sa partie la plus intensive correspond à la partie supérieure de la première circonvolution occipitale. Ainsi M. Exner confirme pleinement les données émises sur ce point par M. Charcot.

Les régions tactiles de diverses parties du corps, déterminées par les deux méthodes déjà connues, coïncident en général parfaitement avec les zones motrices correspondantes, sans toutefois être très prononcées. L'hémisphère droit est représenté plus intensivement pour la sensibilité; c'est le contraire de l'hémisphère gauche, qui représente plutôt la fonction motrice.

En comparant les résultats de ses recherches avec les données des autres auteurs, M. Exner dit qu'on ne doit pas s'étonner de le voir arriver à des résultats si différents.

Au début de son travail il ne s'est imposé aucune idée préconçue, il s'est borné seulement à la constatation de faits observés par lui, en tenant compte de ce que la région corticale possède encore d'autres fonctions que les fonctions motrices, comme le veulent certains localisateurs à outrance. L'existence des zones relatives (*relative Rindenfelder*) est bien prouvée par ses recherches, et en les admettant (ce qui est nécessaire), on aura l'explication d'une multitude de faits qui devraient paraître en contradiction avec les théories régnantes. De même l'inégalité fonctionnelle des deux hémisphères est bien prouvée par ces statistiques, et on pourra aussi s'expliquer beaucoup de faits jusque-là obscurs.

L'auteur rappelle encore que dans certains cas, bien rares assurément, on n'observe pas d'entrecroisement des faisceaux, ce qui expliquerait certains cas d'hémiplégie unilatérale. On ne doit jamais oublier que certains groupes musculaires sont innervés seulement par un hémisphère, tandis que d'autres, au contraire, ont une innervation bilatérale.

En terminant l'analyse, nécessairement trop courte, de l'intéressant travail du savant viennois, ajoutons que tous les résultats auxquels est arrivé l'auteur sont expliqués et corroborés par 25 planches de la région corticale des deux hémisphères, planches richement coloriées, où se trouvent marquées toutes les lésions corticales des 176 cas de localisation cérébrale qui ont servi de base à son travail. Ces observations sont réunies ensuite sous la forme d'un compte rendu avec l'indication de l'origine de chaque observation.

Il nous reste encore à signaler le mérite de la partie bibliographique de cet ouvrage. L'auteur a bien voulu se donner la peine de présenter sous forme d'un index bibliographique, disposé en ordre alphabétique, toutes les observations concernant les localisations cérébrales, depuis l'origine jusqu'au 1er janvier 1880. En somme, ce bel ouvrage sera fort apprécié par les savants qui voudront s'occuper de la question, si obscure encore, des localisations cérébrales.

S. Danillo.

ZOOLOGIE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. N. APOSTOLIDÈS

Anatomie et développement des ophiures.

Pour entreprendre avec succès la comparaison et l'étude morphologique des échinodermes, il faut acquérir d'abord des résultats précis et définitifs sur l'organisation particulière de chacun des ordres qui composent cette importante classe.

La thèse de M. Apostolidès est conçue dans cette idée et représente une étude organographique complète de l'ordre des ophiures; elle est, pour ainsi dire, une introduction à la comparaison morphologique des échinodermes.

Les ophiures habitent dans toutes les mers, et c'est toujours par milliers qu'elles se rencontrent. Les fonds de sable sont partout couverts de ces animaux. La forme du corps est toujours la même, il en est de même de leur organisation.

Les ophiures de nos côtes se présentent sous la forme pentagonale ou complètement circulaire; elles sont munies de bras serpentiformes. La partie qui nous apparaît chez un animal dans sa position naturelle est la partie dorsale. La bouche étant située du côté opposé, les ophiures *marchent*, la bouche en bas. Elles marchent en effet, car ces animaux ne rampent que quand ils ont été fatigués par un long séjour dans les aquariums. Dans les conditions naturelles et lorsqu'ils sont bien vivants, ils allongent un ou deux bras en avant, et, prenant sur eux un point d'appui, attirent le reste de leur corps dans la direction où ils veulent aller. Même à l'état de repos, les bras seuls touchent le sol; le disque reste soulevé. On pourra se faire une idée de cette position de l'ophiure vivante, en se la représentant comme soutenue à une certaine hauteur par une espèce de trépied à cinq branches.

Le caractère certain pour reconnaître la vitalité d'une ophiure consiste à la placer sur le dos; si elle peut se retourner, elle est dans les meilleures conditions et l'on peut alors se convaincre que les ophiures peuvent diriger leur bras dans toutes les directions.

La petite espèce *Amphiura squamata* (Forbes), si intéressante à cause de son mode de propagation par viviparité, contourne ses bras avec une excessive vitesse autour de son disque et se transforme ainsi en un corps complètement sphérique. Parmi les ophiures, elle seule possède cet avantage, qui, en diminuant la surface du corps, lui permet de descendre au fond de l'eau sans être déviée par les courants. Les différentes espèces d'ophiures se rencontrent dans le même endroit et jamais mélangées. Leur apparence extérieure, leurs ornements sont en rapport avec le milieu ambiant, celles qui vivent sur les endroits rocheux près des côtes, ont des bras dépourvus de piquants, très rudes et munis seulement d'écailles; leur coloration n'est pas vive, elle varie peu entre le blanc et le gris rougeâtre. Au contraire, celles qui habitent sur les fonds de sable possèdent des bras extrêmement flexibles et sont pourvues de longs piquants.

L'étude *du squelette interne* de ces animaux ayant été faite avec un soin extrême par différents auteurs, et notamment par M. A. Gaudry (1), est à peine abordée dans le travail; on n'y trouve qu'un court résumé des connaissances acquises, suffisant pour éclairer les rapports des différents appareils de l'organisation interne.

L'appareil digestif chez les ophiures est composé de la *bouche,* de *l'œsophage* et de *l'intestin.*

L'armature buccale est composée de papilles dentaires fixées horizontalement sur la plaque mâchoire, située dans le sommet de pièces en V existant entre deux bras. Le mouvement de la mastication s'effectue par les muscles qui existent entre ces pièces. L'animal peut à volonté ou rapprocher toutes les papilles et fermer complètement la bouche ou seulement celles qui avoisinent l'intestin.

A la bouche ne fait pas suite directement l'intestin, comme on l'avait cru jusqu'ici, d'après des études sur les animaux conservés dans l'alcool, mais un œsophage, pourvu d'un sphincter et pouvant ainsi être fermé ou rester ouvert, à la volonté de l'animal.

L'intestin qui fait suite à l'œsophage est fixé sur le plancher inférieur de l'armature buccale, c'est un sac d'une forme étoilée, à dix rayons dont cinq longs et cinq courts, les longs correspondant aux intervalles des bras, et les courts aux bras mêmes. Du côté dorsal chaque rayon est parcouru par une bande saillante qui se ramifie dans toute sa longueur; la couleur de ces ramifications est blanchâtre, tandis que celle du tube digestif est brune. Au milieu de toutes ces branches rayonnantes se dessine un espace arrondi qui représente l'endroit où devrait être l'*anus,* qui manque chez les ophiures. L'intérieur du tube digestif présente une série de plis horizontaux.

L'appareil digestif occupe la totalité du disque de l'animal, aucun prolongement ne pénétrant dans les bras.

Histologiquement la paroi du tube digestif est constituée par une couche interne épithéliale à cils vibratiles et deux autres couches musculaires, une limitante externe dont les fibres ont une direction horizontale, et une interne à fibres verticales. Dans certains endroits, surtout aux points qui correspondent aux ramifications mentionnées plus haut, se trouve une couche formée des amas cellulaires, un véritable épithélium interne, dont la fonction, en l'absence complète d'un autre organe glandulaire libre, serait de remplir le rôle de glande.

L'*appareil circulatoire* des ophiures est composé de deux appareils différents : de l'*appareil aquifère,* bien connu chez les échinodermes, et de l'appareil vasculaire. Mais si on veut n'attribuer ce nom qu'aux canaux pourvus de parois propres, les ophiures ne possèdent que ce système aquifère.

Si on dissèque l'espace compris entre deux bras et limité en haut par la plaque madréporique, on se trouve en présence d'un canal accolé aux muscles qui descendent vers la partie inférieure du disque. C'est ce canal qui était considéré par J. Müller comme étant l'analogue du canal du sable des autres échinodermes.

Ce canal n'est qu'une enveloppe protectrice du véritable canal aquifère et de la glande piriforme souvent appelée *cœur.*

Le canal aquifère qui communique directement avec l'extérieur conduit inférieurement (l'animal est considéré la bouche en haut) dans un vaisseau annulaire, connu sous le nom d'anneau aquifère ; cet anneau est situé sur le bord du second cercle, limité par les premiers ossicules discoïdes des bras. De cet anneau partent quinze branches directes, cinq aux bras et dix aux tentacules buccaux. Dans l'intervalle de deux bras, on voit des prolongements piriformes chez certaines espèces : ce sont les vésicules de Poli. Le vaisseau qui se rend au bras le parcourt dans toute sa longueur, en se terminant en cul-de-sac ; il est situé dans la profondeur de la rainure des ossicules discoïdes, en face desquels il donne des branches qui se rendent aux tentacules.

La structure histologique de ces vaisseaux est la suivante : une couche externe musculaire, formée de fibres longitudinales, une interne épithéliale munie de cils vibratiles. Le contenu des vaisseaux est représenté par des globules sphériques brunâtres, ressemblant à des gouttelettes graisseuses. Leur apparence paraît entièrement homogène, et il est difficile d'y distinguer une enveloppe propre.

Ce système, dans lequel circule un liquide ayant l'aspect et la même composition que le liquide périviscéral, est le seul véritable système ayant des parois propres.

La *glande piriforme,* souvent appelée *cœur,* présente une structure et surtout des rapports bien différents de ceux que lui ont attribués les auteurs. Sa structure est éminemment glandulaire ; elle possède un canal excréteur propre s'ouvrant au dehors ; elle n'est nullement un centre de circulation.

La cavité générale du corps des *ophiures* étant complètement close, un liquide périviscéral circule dans son intérieur ; sa fonction est sans contredit de nutrition. Cette cavité générale est formée par une portion élargie entourant le tube digestif (*espace péristomacal*), qui se rétrécit à sa partie supérieure pour loger l'anneau aquifère, et envoie un prolongement aplati à la face dorsale des bras (*espace dorsal*). Autour de chaque vaisseau se rendant à un bras, se trouve un espace creusé dans les pièces calcaires et dépendant de la cavité générale ; de même, autour de chaque nerf émanant de l'anneau nerveux, se trouve un espace communiquant avec l'enveloppe de la bandelette (*espace périnerveux*). Or ces deux espaces marchent à la rencontre l'un de l'autre, en même temps que les parties qu'ils contiennent, et se réunissent à la hauteur de la gouttière, mettant ainsi en large communication l'espace périnerveux avec la cavité générale. Les deux espaces se fusionnent en un seul, qui occupe toute la cavité de la gouttière enveloppant le vaisseau et le nerf (*espace périphérique*) et occupant l'intervalle circulaire de ces deux organes (*espace radial*).

Cet ensemble des espaces lacunaires constitue l'appareil vasculaire des *ophiures ;* la respiration de ces animaux est conforme à cette distribution du liquide nourricier.

(1) *Annales des sciences naturelles,* 3e série, t. VI, 1851, p. 339-378.

En observant un animal vivant du côté dorsal, on voit son corps se gonfler et s'affaisser alternativement ; si on le renverse dans un liquide tenant en suspension des particules colorées, on reconnait un double courant autour des fentes génitales. C'est que les fentes donnent accès dans de grands sacs exactement clos, situés dans la région ventrale où ils sont dilatés, rétrécis vers le dos, plongeant dans la cavité générale, et portant sur leur surface extérieure les utricules génitales.

La structure de ces organes particuliers est des plus simples : une couche interne ciliée et extérieurement du tissu conjonctif. Le mécanisme de la respiration s'effectue par les muscles du corps ; l'animal peut à volonté ouvrir et fermer les fentes en remuant ses bras ou en agissant par les muscles qui entourent la bouche. De l'une ou de l'autre manière, la fente s'ouvre, le mouvement des cils vibratiles amène l'eau et remplit le sac. Ce travail s'accomplit lentement ; une fois que les sacs sont remplis, l'animal cesse d'agir, et ceux-ci, qui sont élastiques, reprennent aussitôt leur forme, en chassant le liquide qui y est entré. L'expérience et surtout les rapports étroits des sacs avec le liquide nourricier de la cavité générale doivent les faire considérer comme de véritables *sacs respiratoires*, permettant les échanges gazeux avec le fluide nourricier.

D'après l'ensemble de ces faits, le système vasculaire est formé par la cavité générale et les espaces qui s'y rattachent, et les sacs respiratoires, par leur affaissement et leur dilatation alternatifs, appellent le sang dans la cavité péristomacale, pour le repousser ensuite au dehors.

Le *système nerveux* se compose d'un anneau ou pentagone central et de cinq rameaux qui en partent. L'anneau est situé en dedans de l'anneau aquifère ; l'un est situé sur l'ossicule discoïde, l'autre est accolé contre la partie de sa surface qui regarde l'entrée de la bouche. De cette façon, les rameaux qui partent de ces deux anneaux passent par le même orifice. En ce point, comme dans tout le long de leur parcours, ils sont séparés par un espace traversé par des fibres de tissu conjonctif disposées sans ordre.

Dans l'espace périnerveux, l'anneau nerveux a la forme d'une bandelette verticale ; mais les rayons sont horizontaux. L'anneau ne donne aucune branche secondaire ; mais les rayons des bras, dès leur naissance, donnent de chaque côté deux branches qui ont une destination différente. La supérieure se dirige vers le premier tentacule, l'inférieure, aux muscles qui unissent les pièces buccales. Dans les bras, en face de chaque ossicule discoïde, naissent deux nerfs qui se distribuent de la même manière.

Histologiquement, la bandelette, considérée comme représentant le système nerveux, est composée de deux couches d'inégale épaisseur. L'une, ventrale par rapport au bras, est constituée par des cellules plus ou moins allongées, agglomérées entre elles ; leur apparence rappelle les cellules pigmentaires des batraciens. L'autre couche est très minime, composée de fibrilles extrêmement ténues, au milieu desquelles on aperçoit des cellules bipolaires petites; leur noyau est clair ; leur protoplasma offre une coloration grisâtre. C'est certainement cette seconde couche qui représente l'élément nerveux de la bandelette.

De même que les téguments et le squelette, les *organes génitaux* des ophiures étant bien connus, il n'a été fait mention de ces appareils dans la thèse de M. Apostolidès, que pour signaler certaines formes particulières à différentes espèces, et surtout les rapports existant entre eux et les sacs respiratoires chez l'*Ophiocoma nigra*, qui prouvent surabondamment la parfaite indépendance de ces derniers dans les actes de la génération.

L'auteur termine par une étude détaillée des premiers phénomènes du développement chez deux espèces d'*Ophiures*, l'une ovipare (*Ophiothrix versicolor*) (Apostolidès), l'autre vivipare (*Amphiura squamata*) (Sars).

Le début du développement ne répond pas à l'idée généralement admise, savoir que, chez tous les échinodermes, l'ébauche primitive de l'organisme est représentée par une invagination de la paroi ectodermique. Les faits constatés prouvent, au contraire, que ce mode n'est pas général, surtout chez les ophiures. A la phase blastosphère fait suite, non une *invagination*, mais un autre stade où la première ébauche du tube digestif se forme par une division interne de cellules ectodermiques, c'est-à-dire par un processus de délamination.

Le reste de la marche du développement s'effectue comme l'ont indiqué MM. Agassiz et E. Metschnikoff.

Tel est l'ensemble de résultats obtenus par les études de M. Apostolidès sur les animaux vivants.

Seule, l'installation des laboratoires de Banyuls et Roscoff, annexes de la Sorbonne sur les bords de la Méditerranée et de l'Océan, a permis à l'auteur de réunir l'ensemble d'observations sur lesquelles s'édifie son travail.

La haute consécration que les travaux, faits dans ces laboratoires de zoologie expérimentale, obtiennent devant la Faculté des sciences de Paris prouve quel intérêt celle-ci attache à l'œuvre entreprise par M. H. de Lacaze-Duthiers, qui est le seul presque en France à rivaliser avec l'étranger, à montrer que les sciences naturelles ne sont pas abandonnées en France, et à poursuivre le but patriotique du relèvement de ces sciences en France.

CORRESPONDANCE

A propos de la réforme dans l'enseignement des sciences naturelles.

LETTRE DE M. POUCHET A M. BONNIER.

On ne saurait trop s'applaudir de voir traiter les graves questions de notre enseignement par les hommes compétents et tout particulièrement par les maîtres de conférences de l'École normale, dont c'est en quelque sorte la fonction.

Permettez-moi quelques observations *personnelles* à pro-

pos de votre excellent article d'il y a huit jours. J'étais de la commission qui a rédigé les programmes des sciences naturelles. Celui de zoologie est de moi, sauf la partie qui touche au système nerveux, inspirée par M. Vulpian. Pour le reste, j'ai eu la bonne fortune de me trouver en complète conformité de vues avec lui, ainsi qu'avec notre collègue commun, M. Paul Bert.

Vous voulez bien dire que, dans son ensemble, ce programme de zoologie est bien compris. Merci. Puis, vous ajoutez : « Quoiqu'il ne soit pas d'une rédaction soignée. » Ceci n'est plus mon affaire, et j'ai regretté le premier qu'après l'adoption définitive par le conseil supérieur, on ne nous ait point donné à revoir les épreuves, d'autant qu'on nous avait beaucoup pressés. Cela m'a déjà valu des reproches. On m'a fait un crime d'avoir réuni dans le même alinéa les *fourmis*, les *termites* et les *éphémères*, au mépris des saintes règles de la classification. Mettez les termites et les éphémères à la ligne et me voilà innocent : je ne confonds plus les *hyménoptères* avec les *orthoptères*. Notez que je m'en étais fort peu soucié, et je crois qu'en cela nous sommes d'accord.

Ce qui vous chagrine est-il beaucoup plus grave? J'ai parlé de l'opercule des escargots et ils n'en ont pas, dites-vous? De quel nom pas trop pédant appellerez-vous donc le couvercle où l'escargot s'enferme en hiver? C'est de cet opercule que j'ai voulu parler et non d'un autre, dont il eût fallu chercher l'exemple chez des bêtes beaucoup moins connues des élèves, ce que j'ai voulu partout éviter.

Ne vous étonnez pas de me voir défendre énergiquement un programme dont je revendique la paternité. J'y tiens beaucoup. Je sais que *mon* programme a soulevé de hauts cris. Je le comprends : il fallait des lectures, une préparation complète des maîtres pour un enseignement qui n'était calqué sur aucun livre, puisqu'il s'agissait précisément d'ouvrir des voies nouvelles et de sortir de l'ancienne ornière. Mais peut-être le ministre n'a-t-il pas assez compté sur le zèle de ceux qu'il avait consultés. Pourquoi ne nous avoir pas demandé d'enseigner une première fois, aux professeurs chargés des cours d'histoire naturelle, le nouveau programme? Ce fut une faute.

Parlons du programme de la classe de philosophie. Vous le trouvez très développé, trop peut-être, dites-vous, suivant l'opinion de beaucoup de zoologistes. Je n'y contredis point, mais les zoologistes n'ont que faire ici. A mon sens, *tous les programmes* de l'enseignement secondaire, sans exception, sont beaucoup trop chargés.

Vous semblez croire qu'on ne pourra traiter « de l'individu, du problème de l'espèce », qu'après des études d'anatomie comparée, d'embryogénie, de classification. Entendons-nous. Il s'agit de poser les termes du problème et non d'en poursuivre la solution impossible. Or pour cela, l'élève, après le cours de cinquième, est parfaitement préparé. Est-ce que Linné et les inventeurs de l'espèce se sont préoccupés d'anatomie comparée, d'embryogénie, de sciences dont le nom existait à peine?

Vous prêtez à *mon* programme des profondeurs philosophiques qu'il ne comporte pas. Il est certain que vous pourriez tout aussi bien faire un cours au Muséum ou au Collège de France d'après ce programme. Je m'engagerais, pour ma part, à le développer devant les auditeurs sans instruction première d'un cours ouvrier. C'est comme l'histoire de France qu'on peut mettre en deux pages, en dix volumes ou en cent, et c'est toujours la même histoire. Ainsi des sciences naturelles : l'École normale est là précisément pour apprendre aux professeurs de nos lycées à les traiter comme il convient, devant les élèves de leurs classes.

Je ne comprends pas très bien, à vous parler franc, l'embarras où vous voyez le professeur pour faire comprendre aux jeunes gens que les instincts des animaux ne nous sont jamais révélés par la forme de leurs organes, qu'ils en sont indépendants. Cela peut contrarier certaines idées téléologiques, mais ce n'est pas mon affaire. Pour moi, j'y vois des choses fort intéressantes à dire sur le castor, bâtisseur en Amérique, fouisseur en Europe; sur la nidification si variée d'oiseaux qui se ressemblent pourtant beaucoup.

Et quel embarras encore voyez-vous à traiter de la mort et de ses signes, de la décomposition cadavérique, du retour de tout être vivant au sein du monde inorganique, de ces petits animaux si célèbres qu'on fait revivre en leur redonnant une goutte d'eau? Ce sont là, me semble-t-il, de fort intéressants sujets. Ils ne sont pas dans les anciens programmes, c'est vrai; mais croyez-vous que les élèves n'écouteront pas ces choses avidement et ne les retiendront pas? Croyez-vous qu'elles seront perdues pour eux, qui entendront tous les jours parler dans le monde d'inhumations précipitées, de questions de cimetières, etc.?

Je laisse bien des points que vous touchez, ce me semble, avec une extrême sévérité : les échinodermes dont il sera toujours difficile de faire saisir l'organisation à l'élève et que j'ai rejetés à cause de cela avec d'autres types d'animaux dont on devra lui parler à peine; les microbes dont j'ai cru devoir parler à propos des animaux sur lesquels ils ont une action si puissante, dont tout le monde s'entretient, et dont il fallait bien que le programme dît un mot quelque part.

Mais il est un reproche que vous me faites encore et que je n'accepte à aucun titre; celui de rattacher à la physiologie certains sujets que vous semblez croire encore du domaine de la physique : « limite des sons perceptibles, intervalles musicaux, stéréoscope, pseudoscope. » Il s'agit là, permettez-moi de vous le faire remarquer, de phénomènes purement *auriculaires, rétiniens* et *cérébraux*, à leur place dans l'enseignement de la biologie et non ailleurs.

Si l'on n'avait été si pressé lors de la rédaction du programme, je voulais faire précéder celui de zoologie d'une instruction où j'en disais l'esprit et les tendances. J'extrais de ce travail inachevé les lignes suivantes :

« Il importe de séparer absolument de la physique un enseignement qu'elle a retenu à tort jusqu'ici, au moins en grande partie, et qui doit tomber désormais dans les attributions du professeur de biologie. Les mots tout simples d'*optique* et d'*acoustique*, qui forment le plan d'études du pro-

gramme de seconde, semblent consacrer une confusion qu'il importe de ne pas laisser subsister, et il suffit pour cela d'une simple épithète. Le professeur de physique ne peut et ne doit enseigner que l'*optique physique* et l'*acoustique physique*. « L'optique physique est l'étude de la lumière envisagée objectivement et comme mouvement de l'éther, étude beaucoup plus étendue et tout à fait distincte de celle des réactions sur la rétine des radiations moyennes du spectre. L'*acoustique physique* étudiera de même les vibrations des corps pondérables envisagées objectivement et indépendamment des sensations auditives qu'elles provoquent et dont l'étude qui comprend le plus ancien problème physiologique agité par les hommes (celui des intervalles musicaux) est entièrement du domaine de la biologie. »

Pardonnez-moi, mon cher Bonnier, d'avoir essayé de défendre ce qui est un peu mon œuvre, et croyez que je ne saurais trop applaudir à vos études sur notre enseignement. Vous touchez aussi, dans votre article, un mot très juste des bourses du Muséum; encore un terrain où je voudrais avoir le loisir de vous suivre.....

G. POUCHET.

LETTRE DE M. BONNIER,

Mon cher directeur,

J'ai appris que deux phrases de mon dernier article sur la *Réforme de l'enseignement des sciences naturelles* pouvaient ne pas être interprétées dans leur véritable sens.

Lorsque j'ai parlé des nombreux élèves qui se sont inscrits aux laboratoires de zoologie de la Faculté des sciences, il va sans dire que j'ai voulu indiquer qu'ils suivaient aussi les leçons et les épreuves pratiques des laboratoires de géologie et de botanique.

Quand j'ai indiqué qu'on ne demandait pas à la licence la détermination pratique des « animaux et des végétaux les plus connus », je parlais, bien entendu, des espèces vivantes. L'on sait au contraire que la détermination des animaux et les végétaux fossiles entrent, pour une grande part, dans l'épreuve pratique de paléontologie dont l'enseignement a reçu, grâce à l'initiative de M. Hébert, une si juste extension.

Dans une lettre qui, j'espère, paraîtra dans ce numéro de la *Revue scientifique*, M. Pouchet donne de fort justes réponses aux quelques remarques qui ont été faites à propos des programmes de zoologie. Je suis heureux d'avoir provoqué ces explications qui, comme le dit M. Pouchet, auraient dû être annexées au programme dont la rédaction, forcément hâtive, est quelquefois un peu obscure.

GASTON BONNIER.

REVUE DE GÉOGRAPHIE

Nos *faits géographiques* montrent une armée de travailleurs à l'œuvre dans les cinq parties du monde : cette année ne sera donc pas moins fructueuse que la précédente pour la géographie.

Cependant le temps nécessaire à l'envoi de communications plus ou moins étendues, dont le contrôle n'est pas toujours inutile, retarde forcément leur compte rendu; aussi nous faudra-t-il porter encore à l'actif de 1881 la plupart des progrès signalés dans cette nouvelle Revue.

Avant de commencer notre tournée habituelle annonçons que la Société de Géographie de Paris vient de procéder au renouvellement annuel du bureau de la commission centrale. Ont été élus : *président* : M. H. Duveyrier; *vice-présidents* : MM. Victor Guérin et William Huber; *secrétaire général* : M. Charles Maunoir; *secrétaires adjoints* : MM. J.-B. Paquier et Jules Girard. Félicitons la Société de cet excellent choix, sans oublier de reconnaître les services rendus par le précédent bureau, à la tête duquel se trouvait le lieutenant-colonel Perrier, membre de l'Institut, appelé, comme on le sait, à diriger le *dépôt de la guerre* transformé en une sous-direction du *service géographique de l'armée*.

C'est sans doute sur sa proposition que le ministre de la guerre a pris récemment l'initiative de faire publier mensuellement des notices sur tous les documents topographiques et géographiques reçus aux archives. Ces notices donneront des indications sommaires sur les cartes elles-mêmes, leur prix, les noms et adresses des éditeurs.

Une autre mesure, également favorable à la vulgarisation des connaissances géographiques vient d'être prise par la Société de Buda-Pesth. A l'avenir, son *Bulletin* paraîtra avec un supplément donnant en français le résumé de son contenu. Si nos souvenirs de l'exposition internationale de Venise ne nous trompent pas, c'était surtout de la part de la Société de Saint-Pétersbourg que nous attendions cette surprise. Les Russes auront sans doute voulu donner en français plus qu'un court résumé de leur *Bulletin;* tandis qu'ils en sont encore aux combinaisons, les Hongrois ont pris les devants, ce dont leur sauront gré les lettrés et les savants du monde entier.

La présence à Paris du colonel Vénukoff est de nature à nous faire attendre plus patiemment l'innovation de la Société de Saint-Pétersbourg.

En effet, sans parler de la récente et remarquable conférence au cours de laquelle le colonel Vénukoff a démontré, pièces en main, que la trentième partie de l'Europe et le tiers de l'Asie étaient encore inconnus (1), le savant explorateur nous fournit de nombreux renseignements sur les travaux des Russes en Europe et en Asie; nous en utiliserons plu-

(1) Rappelons qu'un premier travail de M. Vénukoff sur les régions inexplorées de l'Asie a paru dans la *Revue scientifique* du 23 juillet 1881.

sieurs après avoir parlé du voyage que viennent de faire MM. Renault et de Torcy dans les parties les moins connues de la Syrie.

De Damas, nous nous élèverons avec eux, dans la direction du nord, en suivant les pentes orientales de l'anti-Liban, régions qu'on se figure comme une vaste plaine et dont l'altitude atteint jusqu'à 1500 mètres. Au bout de quatre jours, nous arrivons à Homs (Émèse) d'où nous gagnons Hamah (Épiphanie), si pittoresquement bâtie sur les bords de l'Oronte; puis une nouvelle marche de quatre étapes à travers le plateau où se fait le partage des eaux entre la Méditerranée et le golfe Persique nous conduit à Alep.

Revenant alors dans la vallée moyenne de l'Oronte, nous visitons en détail les immenses ruines d'Apamée, signalées, mais incomplètement décrites par M. de Vogué, et nous pénétrons dans les montagnes des Nosaïré ou Ansarié, si peu accessibles jusqu'à présent aux voyageurs turcs ou chrétiens.

Cependant MM. Renault et de Torcy furent accueillis avec cordialité par les Ansarié et assistèrent à quelques fêtes qui établissent une singulière différence entre les mœurs de ces étranges tribus et celles de leurs voisins musulmans. Après une courte halte, que les circonstances ne leur permettaient pas de prolonger, nos compatriotes revinrent à Tripoli en passant au pied du célèbre château du Vieux de la montagne et du superbe donjon de Kalaat el Hossen qui a été si bien décrit par M. G. Rey. De Tripoli, ils regagnèrent une seconde fois Damas et en repartirent bientôt pour atteindre, par une voie nouvelle, le bassin du Jourdain. Sur cet itinéraire, ils ont étudié les intéressantes ruines romaines ou byzantines d'Edra ou Ezra, la nécropole et les ruines d'Um Reïs (Gadara), et les sources sulfureuses d'Amatha dont ils ont observé la température et rapporté des échantillons actuellement soumis à l'analyse.

Traversant enfin la vallée de l'ouady Djaloud, la plaine d'Esdrelon et le champ de bataille du mont Thabor, ils vinrent s'embarquer à Caïpha pour la Palestine, trop connue pour que nous les y suivions.

Sans doute cette exploration, longue d'environ 1800 kilomètres, a été faite trop rapidement pour laisser beaucoup de place aux observations scientifiques; cependant elle a fourni à MM. Renault et de Torcy les éléments d'une carte d'itinéraire semblable à toutes celles qui ont servi jusqu'à présent à établir la géographie de la Syrie, mais plus riche en altitudes déterminées avec soin.

Les observations d'altitudes et les études de nivellement prennent, dans les explorations géographiques, une importance croissante due aux progrès de l'industrie qui permettent à l'homme de réaliser aujourd'hui un plus grand nombre de ses rêves passés. C'est ainsi que les Russes viennent de terminer un des plus importants nivellements de la région aralo-caspienne; cette importance sera mieux saisie lorsque nous aurons traversé le bassin de l'Oxus ou Amou-Daria.

Transportons-nous donc presqu'à ses sources, au pied des contreforts occidentaux du Pamir, dans le Chugnan, qui a été le terme du voyage accompli cette année par M. Régel.

Hâtons-nous d'ajouter, afin de retenir l'attention sur les travaux de ce voyageur, qu'il doit continuer au printemps le cours de ses explorations; mais n'exagérons pas. Lorsque les derniers voiles qui nous cachent encore le plateau du Pamir, le mystérieux « toit du monde », seront levés, M. Régel aura eu bien des successeurs.

La réclame bruyante, plus ou moins éclairée de la presse, les louanges exagérées qui, dans le domaine scientifique, semblent vouloir remplacer aujourd'hui le compte rendu honnête ou la critique sérieuse, ne sont assurément pas tout tout à fait inutiles : le bruit attire l'attention et l'intérêt du public, et la fumée de l'encens peut enivrer les spectateurs comme les acteurs. Malheureusement, il y a là une cause, une source d'erreurs parfois grossières ou dangereuses : si, pour deux ou trois reconnaissances exécutées, par exemple, à travers l'Afrique équatoriale, l'Indo-Chine, l'Asie centrale, etc., on venait en termes pompeux déclarer que l'inconnu a dit son dernier mot, qui donc serait tenté d'encourager moralement et matériellement ceux qui, sachant la vérité, veulent bien marcher à de nouvelles découvertes?

Constatons simplement ici que, dans les temps modernes, M. Régel est le premier Européen qui ait visité une partie du Chugnan, district situé entre le Pamir et le Badakchan dont il fait partie. Sans entrer dans les nombreux détails donnés par M. Régel sur cette contrée, nous apprécions fort ses études ethnographiques et nous signalerons cette curieuse observation que l'idiome des Chugnaniens rappelle les langues européennes. Y a-t-il là un fait de plus à l'appui de la théorie qui place dans les régions élevées de l'Asie centrale le berceau ou une des anciennes étapes des races indo-européennes; ou bien nous trouvons-nous en présence des descendants de quelque colonie entraînée par Alexandre le Grand et refoulée plus tard dans le bassin supérieur de l'Oxus?

En attendant que M. Régel résolve ce problème, nous suivrons en sens inverse son itinéraire pour arriver d'abord au confluent du Vandjab. Ici se pose de nouveau la question des branches de l'Oxus.

On sait que les deux sources principales de ce fleuve sont situées dans le Pamir et voisines l'une de l'autre: la branche inférieure ou de Kila pendjab est entièrement connue; on supposait que celle du nord ou Aksou formait le Murgab. Or, d'après les indigènes, l'Aksou serait le cours supérieur du Vandjab, qui deviendrait ainsi la branche supérieure de l'Oxus au point où ce fleuve commence à dessiner sa grande courbe vers la mer d'Aral.

A sa prochaine campagne, M. Régel élucidera sans doute lui-même cette intéressante question de l'hydrographie du Pamir.

Du confluent du Vandjab et du Pendjab, suivons maintenant l'Oxus jusqu'à Kala Kumb et, nous dirigeant vers le nord-ouest, franchissons trois cols dont le dernier, celui de Kamchirak, élevé de 2900 mètres, nous ouvre la route de Garm, capitale du Karateghine. De hautes montagnes se dressent encore devant nous : ce sont les contreforts occidentaux des Thian-chan que nous traversons par le col de Pouk-

chif pour déboucher dans la vallée de Zérafchan. Ici nous quitterons M. Régel sans refaire toutefois avec nos compatriotes, MM. Bonvalot et Capus, le voyage dont nous avons parlé dans notre précédente Revue. L'exploration de la vallée du Zérafchan par ces deux naturalistes a été du reste une des moindres excursions que la libéralité de M. Bischoffsheim leur ait permis d'entreprendre dans le Turkestan russe. Ils nous en feront bientôt connaître les détails; en attendant, rejoignons-les à Boukhara, qu'ils quittaient le 1er novembre pour revenir en Europe par Tchardjoui, Khiva, Krasnovodsk, Bakou et Tiflis.

Sur la route de Tchardjoui se trouve Kara Koul, bourg qui donne son nom à une espèce de mouton renommé pour la finesse de son poil. Un peu plus loin vers le sud, le lac Dingis reçoit en hiver — alors qu'on interrompt les irrigations dans les vallées de Samarkande et de Boukhara — les eaux de la rivière de Zérafchan. Là commencent les sables qui, poussés par les vents du nord-ouest, s'étendent sur une large zone jusqu'à l'Oxus dont le lit fort large est encombré d'îles.

Après l'avoir traversé en bac, MM. Capus et Bonvalot firent encore 8 kilomètres avant d'entrer à Tchardjoui où le fils de l'émir de Boukharie, qui s'ennuie dans une forteresse pittoresquement située, les reçut au milieu de ses soldats rangés en bataille et au son d'une musique plus bruyante qu'agréable. C'est par Tchardjoui que la Boukharie reçoit les produits des oasis de Merv et d'Askabad : froment, sorgho, sésame et coton de qualité inférieure dont on fait des tapis.

Quoique l'Oxus soit encore la voie la plus sûre pour se rendre à Khiva, il est bon de prendre des précautions contre les Turcomans qui rôdent sur ses rives autrefois cultivées, et habitées, ainsi que l'attestent de nombreuses ruines. A Khiva, ville sans animation et déchue de son ancienne splendeur, réside le khan, vassal de la Russie, qui passe son temps dans la débauche. Ici la mission française put juger de l'impression produite par la dernière campagne du général Skobelef et par l'établissement des Russes à Askabad, Bami et Kizil Arvat sur la frontière même de la Perse : les Turcomans de Merv venaient, en effet, d'envoyer à Khiva une ambassade pour protester de leurs sentiments de déférence à l'égard du khan et des Russes. Le type de ces Turcomans n'a rien de la sauvagerie qu'on leur prête. Ils ont l'air honnête, le regard ouvert, les traits fins et expressifs, des allures moins serviles et un langage plus franc que les Khiviens. Les caractères de la race ouralo-altaïque sont faiblement accentués chez ces Turcomans; ils doivent sans doute au mélange avec le rameau persan le contour ovale du visage, une barbe assez fournie et des pommettes peu saillantes.

En partant de Khiva, MM. Capus et Bonvalot abordaient la partie la plus pénible de leur voyage de retour. Le manque d'eau et une gelée continuelle rendirent leur marche excessivement fatigante à travers le sombre plateau de l'Oust Ourt qui sépare la mer d'Aral de la Caspienne et a dû être longtemps recouvert par les eaux avant de l'être par les sables. Ils n'y rencontrèrent âme qui vive, si ce n'est au puits de Tchereskly. Là, ils furent admirablement accueillis par le général Gloukovskoï dont les travaux entre Khiva et Tchereskly, complétant ceux de M. Stebnitski entre Tchereskly et Krasnovodsk sur la Caspienne, démontrent qu'entre les deux points extrêmes il existe dans le lit de l'Ouzboï (un des anciens lits de l'Oxus), une pente ininterrompue.

Aucun obstacle sérieux ne s'oppose donc au rétablissement du cours de l'Oxus vers la Caspienne, et les Russes peuvent ouvrir bientôt une voie fluviale directe entre l'Europe occidentale et le centre de l'Asie, voie qui rendrait surtout la vie et la prospérité à de vastes contrées, délaissées uniquement à cause du manque de voies de communication.

Si le temps est encore éloigné où ces nivellements pourront être utilisés pour l'établissement d'une ligne ferrée qui, tout entière sur le territoire russe, aboutirait au Pamir, non loin de la frontière septentrionale de l'Inde, le moment est venu pour les Russes de se rapprocher des possessions anglaises du côté de l'ouest.

En effet, au cours d'une récente exploration, M. Gladychew déterminait entre Askabad et Serak treize positions géographiques, sur lesquelles M. Lessar a appuyé un nivellement complet, poussé même jusqu'à 60 kilomètres au delà de Serak dans le bassin du Hérat roud. D'après les calculs de cet ingénieur, les frais de construction de la ligne ferrée, prolongement de celle de Krasnovodsk à Askabab, ne dépasseront pas huit millions. La prompte exécution de cette ligne ne saurait être mise en doute; reste à savoir quand et comment se fera, à travers l'Afghanistan, sa jonction avec les chemins de fer de l'Inde aboutissant à Pechaouer et à Sibi.

En traversant l'Hindoustan nous signalons le retour de M. de Ujfalvy, connu par de précédents voyages au Turkestan. Accompagné, comme alors, de sa courageuse femme, M. de Ujfalvy partit l'an dernier pour Bombay avec l'intention de recueillir la plus ample collection ethnographique possible. On peut, dès à présent, apprécier les efforts de ce voyageur en allant visiter à l'hôtel de la Société de géographie l'exposition de sa collection composée d'environ 1100 pièces bien choisies pour donner une idée de l'industrie et des arts anciens et modernes des diverses populations du nord de l'Inde. Dans une prochaine séance de la Société, M. de Ujfalvy rendra compte de ses excursions au Cachemire et au Ladak où se rencontrent à la fois les produits artistiques de l'Inde, de la Perse et du Thibet. Nous le suivrons alors jusqu'au pied de Karakorum, extrême limite actuelle des pays soumis à l'influence anglaise qui ne cesse de s'étendre dans l'Asie méridionale.

Si l'étranger a déjà quelque peine à suivre les événements du côté de l'Afghanistan, il n'entrevoit pour ainsi dire pas les conquêtes silencieuses de la géographie et de la politique anglaise — c'est tout un — vers le nord et l'Orient. Et cependant les moindres changements en apparence dans la grande péninsule indo-chinoise ne peuvent nous être indifférents. Quand les Anglais mettent tant de persistance à répandre le bruit de la folie du roi Thibau, ne pense-t-on pas tout de suite que le vrai malade est le royaume de Birmanie, ne croit-on pas lire prochainement dans les gazettes

anglaises que les Birmans réclament les soins absolument désintéressés de l'Angleterre? Il y a bien des Français, des Italiens, en Birmanie; mais on peut être sûr que nos voisins ne demanderont pas de consultation. Soit; mais alors si nous ne voulons pas assister un peu plus tard à la ruine de nos intérêts économiques et politiques en Indo-Chine, il faut que la France devienne le seul médecin du Siam. Pour nous, la politique du *condominion* ne serait ici que le *nec plus ultra* des marchés de dupes : la seule politique acceptable est celle du partage ou de l'échange.

Depuis que M. Dutreuil de Rhins a rappelé l'attention sur le percement de l'isthme de Krau (1), au nord de la presqu'île de Malacca, M. Léon Dru, un ingénieur bien connu pour sa collaboration aux travaux de MM. de Lesseps et Roudaire, et M. Deloncle, le successeur du docteur Harmand comme secrétaire de la Société des études maritimes et coloniales, ont fait paraître des mémoires ou des articles dans le but de lancer cette affaire.

L'Angleterre a tout intérêt à l'exécution d'un canal qu'elle commandera encore mieux que le passage de Singapoure et qui abrégera de trois jours la durée des traversées entre l'Europe et les mers de Chine. Nous y gagnerons également de ce côté, mais nous y perdrons d'un autre par le fait d'une précipitation inopportune et par les conséquences d'une entreprise encore inaperçue qui suivra très probablement la première. Le seul moyen d'y remédier serait la prompte adoption d'une politique très arrêtée à l'égard du Siam, si notre détestable organisation maritime et coloniale, plus encore que toute autre cause, ne nous rendait presque incapables d'avoir une politique coloniale et surtout d'en retirer les fruits. En tout cas, la géographie et les sciences qui s'y rapportent enregistreront une foule d'acquisitions nouvelles quand on commencera les études techniques nécessaires dans la presqu'île de Malacca.

De l'isthme de Krau une journée suffit pour arriver à Saïgon, capitale de notre colonie de Cochinchine dont le gouverneur, M. Le Myre de Vilers, apprécie si bien le rôle et les services des explorations scientifiques, et ne cesse de les encourager. Aussi, lorsque nous reportons nos regards de l'Inde vers l'Indo-Chine orientale, nous voyons avec une vive satisfaction augmenter le nombre encore bien faible de nos explorateurs dans ce pays que nous considérons comme notre colonie d'avenir par excellence. Le réel mérite de nos pionniers et l'intérêt spécial que nous portons à leurs études nous engagent, en les signalant, à présenter quelques observations dont chacun de nous pourra tirer profit.

Le dixième fascicule des *Excursions et reconnaissances* nous donne les rapports de voyage de plusieurs officiers ou fonctionnaires. Celui de M. de Kergaradec, consul de France à Hanoi, qui, du 12 au 23 juin, a fait une tournée circulaire entre la principale ville du Tonquin et Thaïngouyène, est fort intéressant; mais il est à regretter que les conditions de son voyage ne lui aient point permis de relever ou de faire relever son itinéraire, ou au moins de déterminer la position de ses points extrêmes. Cette observation s'applique également à l'excursion de M. Aumoitte, dans la province de Lang cheune.

M. Aumoitte, chancelier du consulat d'Hanoi, est le premier Français qui ait pénétré à Lang cheune et se soit avancé dans cette direction jusqu'à la frontière chinoise. Il a pu aussi se rendre à That khé, à moitié chemin entre Lang cheune et Cao bang, chef-lieu de la province la plus inconnue du Tonkin.

Quoique ces deux apports ne fournissent pas les éléments nécessaires d'une rectification cartographique, ils confirment nos prévisions sur le sens des erreurs probables commises dans l'interprétation des documents annamites, qui ont servi à établir la carte de l'intérieur du Tonkin. Ainsi, sans parler des détails, Lang cheune, dont la position avait été considérablement modifiée eu égard aux cartes antérieures, doit être assez bien placé; mais la rivière qui y passe semble appartenir au bassin hydrographique du Kouang si, et non à celui du Tonkin; les positions ou latitude de Thaingouyène et That khé sont peut-être trop fortes de 4 ou 5 milles et celle de Coa bang d'une dizaine de milles.

Sous la réserve de l'observation indiquée tout d'abord, les géographes seraient fort satisfaits si les rapports de tous les explorateurs étaient aussi clairs, aussi nets, et pouvaient se suivre ou se reconstruire sur la carte aussi facilement que ceux de MM. de Kergaradec et Aumoitte.

Avant de quitter le Tonkin, il nous reste à parler d'une l'exploration du chong Beu ou rivière noire, le grand affluent de droite du fleuve Rouge. Le 25 décembre, M. de Kergaradec expédiait à M. Le Myre de Vilers cette dépêche :

« M. Villeroi vient d'arriver tout à l'heure à Hanoi avec un seul de ses compagnons français, M. Gavelle. Son associé et ami M. Courtin est mort à Vanggiam, le 8 décembre, emporté par les fièvres. M. Villeroi est malade et ne pourra me donner que plus tard les détails de son voyage. »

Jusqu'à présent les seuls détails connus se trouvent dans une lettre de M. Villeroi datée de Vanggiam 25 novembre. En essayant de franchir un rapide, sa jonque a été jetée et écrasée contre un banc de roches. Personne n'a été noyé; on a pu sauver les armes, les cartes et une partie de la cargaison. Le campement des voyageurs à Vanggiam est devenu une véritable ambulance. L'équipage était sur le flanc en proie à des douleurs atroces; M. Villeroi restait seul debout. S'il n'y a pas eu erreur de copiste, il est impossible à la lecture des noms géographiques contenus dans cette lettre de se figurer la position des localités. Ainsi M. Villeroi écrit que Vanggiam est un village muong ou sauvage, occupé par les pavillons noirs, situé sur le même parallèle que Gémao, ville chinoise du Yunnan. Gémao ne nous rappelle que Sémao dans le bassin du Mé-kong : pouvons-nous cependant nous permettre cette identification et supposer que, voyageant dans le bassin du fleuve Rouge, M. Villeroi a été choisir un point de repère à 250 kilomètres, à vol d'oiseau, dans le bassin du Mé-kong? Nous ne saurions trop engager les voyageurs à rédiger avec soin leurs plus courtes dépêches. Il n'est pas

(1) *Les routes entre la Chine et l'Inde* (*Bulletin de la Société de géographie*), janvier 1881, p. 60.

nécessaire d'être géographe, pas même explorateur expérimenté, pour fournir des indications compréhensibles. La plupart des missionnaires, même ceux d'entre eux qui se préoccupent le moins de géographie, savent — à défaut des parallèles et des méridiens — indiquer la position des localités nouvelles qu'ils visitent, en les rapportant plus ou moins approximativement, en distance et orientation, aux points voisins portés sur les cartes les plus récentes ou les plus répandues.

Lors donc que leurs relations ne sont pas accompagnées de cartes d'itinéraires on peut les suivre, comme nous avons suivi MM. de Kergaradec et Aumoitte, ce qui est impossible avec M. Villeroi, et ne l'est guère moins avec MM. Septans et Pavie, dont nous parlerons tout à l'heure. Achevons avec la rivière Noire en disant qu'il semble ressortir de la lettre si vague de M. Villeroi que la source de cette rivière n'est pas fort éloignée du 22° degré de latitude. Ainsi se trouverait confirmée notre ancienne supposition que le Lysienkiang, dont la source est fort avant dans le Yunnan, n'appartient pas au bassin du fleuve Rouge.

En ce qui concerne les provinces méridionales du royaume d'Annam, la Société de Géographie a reçu par l'intermédiaire de M. Lesserteur, directeur des missions étrangères, deux lettres que nous ne pouvons passer sous silence.

La première est écrite par M. Vialleton, en mission chez les Bahnars, sauvages habitants du plateau montagneux qui sépare l'Annam du bassin du Mé-kong à la hauteur du 14° degré de latitude. Sa lettre donne d'utiles renseignements sur cette terre couverte de forêts, sur les animaux domestiques et sauvages, les produits du sol et les plantations nouvelles essayées par les missionnaires. Jusqu'à présent, le café a seul donné de bons résultats.

La seconde lettre est de M. Geoffroy, qui habite depuis huit ans la province du Khagne-hoa. Les devoirs de sa profession n'ont pas permis à ce missionnaire d'entreprendre l'étude géographique du pays. Mais s'il n'a pas répondu d'une façon précise au questionnaire que nous avions fait adresser autrefois à plusieurs de ses collègues, nous devons lui savoir beaucoup de gré de sa communication, car on y trouvera des détails généraux intéressants sur l'aspect du Khagne-hoa, le régime des eaux, les routes et l'état sanitaire. A ce propos, M. Geoffroy constate que lorsque, dans les plaines, on transforme les rizières en plantations d'aréquiers, l'air y devient aussi malsain que celui des montagnes ou du pays des sauvages.

Arrivons maintenant sur les frontières de l'Annam et de la Cochinchine. C'est là que le docteur Neïs, puis M. Neis et le lieutenant Septans, ont fait successivement l'exploration du Donnaï. Leurs rapports viennent de paraître. Celui de M. Neis, relatif à l'anthropologie, sera sans doute consulté avec fruit; nous regrettons que celui de M. Septans concernant la géographie ne soit pas accompagné d'une carte, le texte seul ne permettant pas de suivre les détails. Nous en dirons autant du rapport de M. Pavie sur son exploration de la partie du Cambodge comprise entre Pnompègne et Kampot, sur le golfe de Siam.

Dans leurs rapports comme dans leurs ouvrages, les Anglais, explorateurs scientifiques très pratiques, ne s'attardent pas à des détails oiseux et évitent tout amalgame confus de renseignements hétérogènes en adoptant une excellente division : ici, l'historique du voyage, sa partie descriptive, et si l'on veut, humoristique, etc., d'une lecture facile, tous les détails purement techniques sur l'agriculture, le commerce, l'industrie, les sciences, etc., se trouvent reportés dans des tableaux spéciaux, très complets, quoique succincts, parce qu'en les dressant l'auteur n'est pas distrait par la rédaction d'un texte et n'y oublie vraiment que ce qu'il ignore. D'un coup d'œil, le spécialiste, le géographe, par exemple, rapprochera de la carte qui accompagne le rapport les éléments du tableau géographique contenant, à partir d'un point bien connu, l'indication des étapes successives reliées par leur distance, orientation et les observations de tout genre; s'il n'y a pas de carte, ce tableau lui suffit pour en construire une et savoir ainsi où le conduit l'explorateur.

Pour l'homme de science, ces tableaux constituent le principal fonds d'un ouvrage ou d'un rapport; mais ce n'est pas à dire que la partie descriptive soit à dédaigner, au contraire : dégagée de tout ce qui peut la rendre confuse, elle captivera davantage notre intérêt. Réunir dans un même travail, mais sans les confondre, la concision scientifique anglaise et le charme littéraire dont le voyage au Thibet de M. Huc nous offre un modèle, tel est donc le système que l'expérience recommande à nos explorateurs scientifiques.

Ajoutons enfin une remarque de détail qui a bien ici son importance. L'emploi de l'écriture dite des missionnaires dans la transcription des noms géographiques annamites n'est pas faite pour intéresser le public français aux publications de la Cochinchine. Les signes diacritiques donnent à cette écriture un aspect aussi barbare qu'inintelligible et sont d'ailleurs assez souvent mal placés. D'autre part, la suppression totale de ces signes a pour résultat une écriture absolument sans valeur, même pour les personnes qui ont étudié la langue annamite (1). Tôt ou tard, il faudra bien arriver à la francisation des noms géographiques, qui est une des premières mesures imposées par l'assimilation; pourquoi donc attendre davantage? Avec le temps, les difficultés ne seront-elles pas plus considérables? Les Anglais viennent de faire pour l'Inde une réforme de ce genre; espérons qu'en Indo-Chine nous en comprendrons la nécessité.

L'exploration projetée au Cambodge par M. Delaporte n'a malheureusement pas eu de suite. A peine arrivé, M. Delaporte est tombé malade et a dû songer à revenir en France.

M. Sorin, lieutenant d'infanterie de marine, va rejoindre dans quelque temps M. Aymonier, chargé d'une mission épigraphique au Cambodge et au pays des Qhiam. M. Sorin s'occupera spécialement de la partie géographique. L'érudition linguistique et historique du chef de la mission et les connaissances spéciales de son collaborateur nous font entre-

(1) Voir l'*Avertissement géographique et orthographique sur la carte de l'Indo-Chine orientale.* Paris, Imprimerie nationale, 1881, chez Challamel, éditeur.

voir les plus heureux résultats. M. Septans, dont nous avons déjà parlé, entreprend aussi l'exploration géographique de la partie du Cambodge comprise entre le Mé-kong et le Donnaï, à la hauteur du 12° degré de latitude. Il y a là, comme on le voit sur la carte, une région inconnue à côté de notre frontière de Cochinchine, large tache blanche qu'il était bien temps de combler, et qui va l'être par un explorateur exercé.

Les principaux points des côtes méridionales et orientales de l'Asie ont été, l'an dernier, l'objet d'un important travail. Les commandants Green et Davis et le lieutenant Norris, de la marine américaine, ont déterminé par le télégraphe les différences de longitude entre Madras, Singapoure, Saïgon, Manille, Hong-kong, Amoy, Shang-haï, Yokohama, Nagasaki et Vladivostok. Comme la plupart des positions de l'extrême Orient sont rapportées, par le transport du temps, aux longitudes des stations susindiquées, il peut se faire que les résultats obtenus par MM. Green, Davis et Norris entraînent de nombreux changements dans la projection de nos cartes de la Chine, de l'Indo-Chine et du Japon.

A peine quittons-nous l'Asie en nous transportant dans les archipels qui, de la presqu'île de Malacca à celle du Kamtchatka, lui font une sorte de rempart contre l'océan Pacifique. En face de la Cochinchine s'étend l'île de Bornéo, plus grande que la France, où les Anglais viennent d'obtenir une importante concession de terres. La Compagnie du nord de Bornéo va avoir à sa tête sir Walter Medhurst, un des Européens les plus versés dans la connaissance de la langue et des mœurs chinoises. Bien fait pour inspirer confiance aux émigrés anglais et chinois, ce choix ne tardera pas à être justifié par le rapide développement de la future colonie britannique.

Plus au nord, dans l'île de Luçon, se trouvait dernièrement un de nos explorateurs, M. Marche, dont les collections d'ethnographie et d'histoire naturelle seront prochainement exposées à la Société de Géographie.

En remontant au delà de Formose et du Japon, nous entrons dans l'île de Tarakaï ou Saghalien, que M. Poliakoff vient d'étudier au point de vue géographique, ethnographique et économique, et qu'il a reconnue éminemment propre à la culture et à la colonisation.

Si près de la Sibérie nous voudrions déjà pouvoir suivre, dans le bassin inférieur de la Léna et sur les côtes septentrionales, les recherches dirigées en vue de retrouver les naufragés de la *Jeannette*. Mais, d'une part, les expéditions qui ont quitté Iakoutsk n'ont pu arriver qu'à la fin de février dans la région déserte et dépourvue de ressources où l'on suppose engagés le commandant de Long et ses compagnons; et d'autre part, il est fort à craindre que l'embarcation commandée par le lieutenant Chipp ne se soit perdue ou n'ait sombré à la suite du coup de vent qui la sépara des deux autres.

Résumant les dépêches reçues jusqu'à présent sur le voyage de la *Jeannette*, nous dirons que ce bâtiment, après avoir quitté San-Francisco le 8 juillet 1879, franchit le détroit de Behring et entra dans les glaces le 1er octobre 1879, dans le nord de l'île Herald (petite île voisine de l'île Wrangel); peu à peu entraîné par elles dans la direction du nord-ouest, il fut brisé et coula le 6 juin 1881 par 76° 15′ nord et 154° 10′ de longitude à l'orient de Paris. L'équipage se sauva sur trois embarcations commandées par MM. de Long, Chipp et Dauenhauer; ce dernier, étant tombé malade plus tard, fut remplacé par le mécanicien Melville. Entre le point où coula la *Jeannette* et l'archipel de la nouvelle Sibérie, l'expédition découvrit les îles Jeannette, Henriette et Bennett; on sait qu'après avoir atteint la nouvelle Sibérie, les embarcations, sauf celle de Chipp, parvinrent jusqu'aux bouches de la Léna.

D'après la dernière dépêche du lieutenant Dauhenhauer, lorsque la *Jeannette* fut entourée par les glaces, elle dériva de 40 milles en moyenne par jour dans les cinq premiers mois et très rapidement dans les six derniers. Les sondages effectués ne donnèrent pas de fonds supérieurs à 146 mètres. La température de l'eau à la surface était de — 6° 7 (1). Les températures extrêmes furent, en hiver, de — 48° et en été de + 4°.

Les notes d'histoire naturelle ont été sauvées, mais les collections photographiques et les observations d'environ 2000 aurores boréales prises par le lieutenant Chipp sont perdues.

Parmi les expéditions américaines envoyées à la recherche de la *Jeannette*, expéditions que nous avons précédemment signalées, celle du *Rodgers*, commandé par le lieutenant Berry, a été la plus fructueuse sous le rapport de la géographie, car nous lui devrons l'exploration complète de la terre ou plutôt de l'île de Wrangel. Cette île, que Wrangel lui-même n'avait pu atteindre en traîneau en 1822, avait été vue par Kellett en 1849, lorsqu'il découvrit l'île Herald; le capitaine Long et le baleinier allemand Dallmann l'aperçurent en 1867; le capitaine Hooper, du *Thomas Corwin*, débarqua sur la côte sud-est le 12 août 1881; mais il était réservé au lieutenant Berry d'en faire, quinze jours plus tard, une reconnaissance sérieuse, d'en lever le plan et de dissiper enfin toutes les fausses suppositions des précédents voyageurs.

L'île de Wrangel, dont les plus grandes dimensions sont de 131 et 48 kilomètres, a une superficie d'environ 3900 kilomètres carrés ou inférieure à la moitié d'un département français. Le port Rodgers est situé sur la côte sud par 70° 57′ nord et 179° 30′ à l'est de Paris. Après avoir complété son intéressante exploration, le lieutenant Berry fit route au nord-est et atteignit le parallèle de 73° 44 que seule la *Jeannette* a jamais dû franchir dans ces parages. Obligé de reculer devant les glaces, le lieutenant Berry fit une seconde tentative en s'élevant cette fois droit au nord de l'île Wrangel. Il passa ainsi là où le *Corwin* avait imaginé de placer les monts Blevin, mais les glaces l'arrêtèrent encore par 73° 28′ de latitude. Il n'est pas sans intérêt de constater que les fonds vont en diminuant de l'est à l'ouest, que le courant de flot est dirigé vers le nord-ouest et celui de jusant vers le sud-est. A la suite de cette belle et pénible campagne, le *Rodgers* est

(1) Centigrades.

allé hiverner dans la baie Saint-Laurent, sur la côte sibérienne du détroit de Behring; si les explorations en traîneaux organisées par le lieutenant Berry n'y peuvent plus être d'aucun secours pour l'équipage de la *Jeannette,* elles ne seront sans doute pas moins intéressantes que les précédentes sous le rapport géographique.

De l'autre côté du détroit de Behring, le territoire et la presqu'île d'Alaska ont été pendant ces quatre dernières années l'objet des recherches persévérantes de M. E.-W. Nelson, qui vient de rentrer à Washington avec une ample moisson de notes météorologiques, zoologiques et ethnologiques. Nous ne doutons pas que son prochain ouvrage n'apporte d'utiles compléments aux travaux du P. Petitot sur les Esquimaux de l'ouest et sur les Aléoutes, qu'un de nos compatriotes, M. Pinart, avait entrevus, il y a déjà quelques années, au cours d'un rapide voyage.

On se rappelle qu'à la suite de la conférence internationale de Saint-Pétersbourg (1881), la création des observatoires circumpolaires a été résolue.

Nous avions annoncé que la plupart des puissances du nord avaient choisi leurs stations, que plusieurs d'entre elles avaient même déjà expédié le personnel chargé des observations; enfin nous répétions, tout en la taxant de plaisanterie, la nouvelle que la France avait l'intention d'envoyer une mission... au cap Horn!

Lorsque toutes les puissances s'accordent pour entourer le pôle nord d'une ceinture d'observatoires, il serait en effet assez bizarre de nous voir prendre le chemin du pôle sud. Ne serait-ce pas d'abord perdre de vue les principes qui ont inspiré l'établissement des stations circumpolaires : la possibilité de comparer des résultats obtenus simultanément dans le plus grand nombre possible de stations ne fait-elle pas toute la valeur du système de Weyprecht? — Et au lieu de concourir à ce but, nous irions nous isoler au cap Horn!

D'autre part, au pôle nord, l'intérêt scientifique n'est pas seul en question. Tout en n'y comptant guère, nous reconnaissons que l'ouverture d'une route commerciale au pôle nord serait éminemment utile; existerait-elle, au contraire, au pôle sud, qu'elle serait sans utilité, personne ne la prendrait.

Enfin, il s'agit de savoir où serait installée notre station dans l'hémisphère sud. Si c'est au cap Horn ou dans le détroit de Magellan, régulièrement fréquenté par des paquebots, rien n'est plus simple et la dépense de la mission ne dépasserait peut-être pas cent mille francs. Mais s'il s'agit d'aller vraiment aux terres australes, c'est une véritable campagne dans les glaces : il faudra armer, non pas un, mais deux navires appropriés à cette navigation spéciale; et en admettant qu'ils aient la chance d'atteindre le but, le résultat isolé obtenu ne sera jamais en rapport avec l'argent qu'il nous aura coûté.

Ces considérations ne nous permettent pas d'ajouter foi à la nouvelle donnée antérieurement. Peut-être a-t-on confondu les projets de missions astronomiques pour l'observation du passage de Vénus avec les missions météorologiques et magnétiques circumpolaires.

Aux États-Unis, en dehors des levés qui se poursuivent régulièrement à l'ouest du centième méridien et dont il suffit de signaler les résultats à la fin de chaque année, les explorations géographiques sont toujours aussi rares. Que les Américains aient peu de goût pour ce genre d'études, cela ne les empêche pas d'accueillir très favorablement la proposition de célébrer le deux centième anniversaire de la découverte du Mississipi par Cavelier de la Salle, cérémonie qui aura lieu le 9 avril à la Nouvelle-Orléans.

M. Charnay continue avec succès ses recherches archéologiques dans le Yucatan. L'étude des ruines de Chichen le confirme dans sa précédente assertion que les monuments de cette contrée sont de date relativement récente.

Dans l'Amérique centrale et équatoriale, M. de Schenck vient d'explorer principalement la Colombie et va publier une carte qui offrira, pour la province d'Antioquia et le cours de la Magdalena au-dessus de Honda, de meilleures garanties de précision que les cartes antérieures.

La Société de Géographie a reçu plusieurs lettres de M. Crevaux, de M. Billet, astronome de la mission, et de M. Zeballos, président de l'Institut géographique argentin.

M. Crevaux annonçait qu'à son passage à Rio-Janeiro la mission française avait été reçue par l'empereur Dom Pedro II, et qu'à son arrivée à Buenos-Ayres elle avait été également bien accueillie par le général Rocca, président de la République argentine.

Informé par M. Zeballos de l'intérêt que présenterait une reconnaissance plus complète que les précédentes dans le bassin du rio Pilcomayo, dont le cours pourrait être utilisé comme voie commerciale entre la République argentine et la Bolivie, M. Crevaux est parti le 24 décembre 1881 avec ses compagnons pour la Bolivie. Il reviendra dans trois mois à Buenos-Ayres en descendant le Pilcomayo et le Parana. « J'ai été assez heureux, ajoute M. Zeballos, pour obtenir que le gouvernement argentin accordât à la mission française une escorte de quatre marins et le passage gratuit sur les chemins de fer et les vapeurs de la République. »

C'est un fait assez connu qu'à latitude égale l'hémisphère austral est plus chaud que le nôtre; mais il est bien entendu que ceci n'est vrai qu'entre l'équateur et les parallèles nord et sud de 46 ou 47°. Entre ceux-ci et les pôles l'inverse a lieu, ainsi que le démontrent les observations de température et le fait même qu'on se rapproché davantage du pôle boréal que des régions antarctiques. De là cette supposition que la température moyenne des deux hémisphères pourrait bien être la même. La supposition semble exacte. Ferrel avait trouvé 15°,3 pour température moyenne de notre hémisphère; le docteur Hann déduit aujourd'hui d'une foule d'observations météorologiques une moyenne de 15°,4 pour l'hémisphère austral.

Deux fois plus élevée est la température de la côte d'Angola, où nous aborderons pour suivre maintenant les explorateurs de l'Afrique. Vu leur nombre croissant, nous négligerons un peu cette fois nos compatriotes afin de nous rendre mieux compte des progrès de nos émules.

Entre cette côte d'Angola, le cours du Congo et le bassin du Zambèze, la carte d'Afrique présente une surface blanche où tiendraient à l'aise la France et l'Espagne : c'est le bassin méridional du grand fleuve relevé par Stanley. Parmi les cours d'eau, généralement dirigés du sud au nord, qui le traversent, le plus important est la rivière Lassai, dont la source n'est pas très éloignée de celle du fleuve Qouanza près de l'embouchure duquel se trouve Saint-Paul de Loanda. Telle est la voie suivie en sens inverse, dans ces derniers temps, par le docteur Büchner, puis par MM. Pogge et Wisman pour pénétrer au centre de la mystérieuse région.

Parti de Loanda le 10 décembre 1878, M. Büchner se rendit d'abord à Malange et y attendit le retour de la saison sèche pour continuer sa route par le Songo, le Kiouko et Kabongo jusqu'à Mussumba, résidence de Muati-Yamvo, un des princes les plus puissants du centre africain.

A son arrivée, le 11 décembre 1879, il fut reçu en audience solennelle par le roi et la reine Lukukissi. Mussumba est le paradis de l'esclavage; cependant M. Büchner ne dut pas trop s'en formaliser, car il prétend que le roi, le considérant comme un marchand, ne voulut pas lui permettre de parcourir le reste de ses États, de crainte qu'il ne lui fît concurrence dans le commerce de l'ivoire et des esclaves. Après six mois de séjour à Mussumba et de vaines tentatives pour pénétrer au nord dans les districts inconnus du Toukungo et du Kiloua, M. Büchner se vit obligé de revenir à Loanda, ayant principalement étudié le bassin supérieur de la rivière Kassai.

Le hasard servit mieux MM. Pogge et Wisman, qui avaient aussi l'intention de se rendre à Mussumba, où ils auraient été arrêtés comme M. Büchner.

En arrivant dans le Kiouko, dont le chef était en guerre avec Muata-Yamvo, ils trouvèrent la route coupée. Modifiant alors leur premier plan, ils suivirent pendant trente-six jours la rive gauche de la rivière Chikapa jusqu'à son confluent avec la Kassai qu'ils traversèrent. Marchant encore pendant quatorze jours le long de la Kassai, ils arrivèrent enfin à Moukenge, où elle reçoit la Louloua. De là, ils espèrent atteindre en cinq jours de marche vers l'est le grand lac que le voyageur Schütt avait signalé d'après les renseignements des indigènes.

La latitude probable de Moukenge étant de 8°, on voit que les deux explorateurs allemands ont encore beaucoup à faire pour terminer l'exploration de la Kassai, dont le confluent avec le Congo se trouve à peu près sous l'équateur.

Depuis que nous avons signalé les explorations de M. Dufour et du P. Duparquet dans le bassin du Kounéné, une triste nouvelle est arrivée du Benguela, où M. Dufour a été assassiné. Les indigènes soupçonnés d'avoir commis ce crime auraient été punis par les autorités portugaises. La sécurité est donc encore loin d'être complète dans cette partie de l'Afrique, très fréquentée depuis quelques années par les Européens. Nos compatriotes n'avaient cependant pas été inquiétés sérieusement sur les territoires indépendants qui s'étendent au sud des possessions portugaises : le Kaoko, entre l'Océan et le Kounéné, et l'Ovampo. Il semble que la période des explorations préliminaires soit terminée dans l'Ovampo depuis que le P. Duparquet en a publié la carte, accompagnée de nombreux détails sur les productions du pays et sa population composée en partie de Damara ou Cimbébas.

Traversant l'Afrique de l'ouest à l'est, nous arrivons à Tête, sur le Zambèze, dont le bassin inférieur vient d'être étudié, surtout au point de vue minéralogique, par la mission Pavia d'Andrada, aujourd'hui de retour. Un de nos compatriotes attaché à la mission, M. Küss, ingénieur des mines, envoie à la Société de Géographie le rapport et la carte de son voyage. A l'exception du territoire de Manica, déjà connu pour la richesse de ses mines, les régions visitées par les explorateurs n'ont pas répondu à leur attente.

Une semblable désillusion attendait un voyageur anglais, M. Thomson, dans le bassin du Rovuma, au nord du Mozambique. Informé par quelques indigènes de l'existence de riches mines de charbon à moitié chemin du cap Delgado et du grand lac Nyassa, et voyant déjà la prospérité de tout le pays assurée par leur exploitation, Saïd-Bargach, sultan de Zanzibar, avait chargé M. Thomson d'aller s'assurer de la qualité du charbon et de l'importance du gisement.

Parti le 17 juillet de la baie de Minkindony, M. Thomson traversa le plateau de Makonde, s'avança ensuite dans la vallée du Rovuma jusqu'à son confluent avec la Loujende, et après avoir exploré la vallée de cette rivière jusqu'à trente milles en amont de la position supposée des mines, il revint en faisant un assez grand détour à l'ouest et au nord.

Le sultan de Zanzibar pense-t-il que si le pays appartenait aux Anglais, on y découvrirait peut-être les susdites mines; ou bien croit-il que M. Thomson n'a pas suffisamment poussé ses recherches dans la vallée de la Loujende? Le fait est qu'il a rompu avec lui ses engagements et se montre disposé à faire entreprendre de nouvelles explorations. La géographie aura du moins gagné à celle-ci un itinéraire d'environ 1200 kilomètres, dont la moitié en pays inconnu. L'itinéraire, levé à l'estime, est appuyé sur des latitudes déduites d'observations solaires et stellaires; un grand nombre d'altitudes calculées au moyen d'observations barométriques et une étude géologique sérieuse placent la reconnaissance de M. Thomson au nombre des meilleures explorations de détail.

A environ 70 kilomètres dans le nord-est du confluent du Rovuma et de la Loujende est située Masassi, siège d'une mission protestante anglaise. C'est de là que partait, presque à la même époque, le R. Chauncy Maples, qui, après avoir remonté aussi le bassin de la Loujende jusqu'à la hauteur de la baie de Lurio, se dirigea en droite ligne sur cette baie et revint à Masassi en suivant la diagonale du grand rectangle formé par ses deux premiers itinéraires, la côte et le cours inférieur du Rovuma. Ce voyage, d'une longueur totale de 1400 kilomètres, nous fait connaître pour la première fois l'intérieur du pays Makoua et ses populations. Nous devons toutefois rappeler qu'en visitant les côtes du Mozambique, M. de Froberville avait déjà rencontré des Makoua et décrit leurs mœurs féroces. Au point de vue géographique, il convient de faire ressortir encore l'importance des explorations de MM. Thom-

son et Chauncy Maples à l'est du lac Nyassa, en remarquant que leurs itinéraires combinés circonscrivent et croisent — entre le canal de Mozambique et les parallèles de 10° et 14° sud — une surface presque tout entière inconnue jusqu'alors et égale au tiers de la France.

L'immense région des grands lacs, au nord de la précédente, offre toujours le spectacle des divisions de mille petits chefs qui, en se disputant l'autorité, rendent les communications excessivement difficiles, souvent impossibles. Chaque mois, depuis trop longtemps, M. Ledoux, consul de France à Zanzibar, annonce qu'on est toujours sans nouvelles de la mission belge établie à Karéma ou Massikamba (partie sud-est du lac Tanganika).

De ce côté, deux chefs relativement puissants, Mirambo et Simbo, se faisaient la guerre. Le premier ayant complètement défait son rival, on pensait voir enfin arriver les courriers de M. Ramaëckers, chef de la station de Karema. Cet espoir a été déçu : Mirambo, aveuglé par ses succès, intercepte toutes les routes; il a, dit-on, l'intention de construire une ville qui porterait son nom, ville située sur le passage des caravanes, et où, par conséquent, les négociants arabes ou autres auraient à payer l'impôt. Aussi une escorte armée vient d'être expédiée de Zanzibar pour traverser les lignes de Mirambo et rapporter à tout prix des nouvelles du stationnaire belge.

Par suite encore des ordres du sultan de Zanzibar, le gouverneur d'Oujiji s'est transporté à Bikari où, comme on se le rappelle, avaient été assassinés trois missionnaires français. Le gouverneur a livré combat à la tribu qui s'était rendue coupable de ce guet-apens et a tué son chef. Ainsi que nous le laissions entrevoir dans notre dernière Revue, les missionnaires anglais ont dû abandonner l'Ougoua. Le R. Utley, de la *London missionary Society,* revient en ce moment en Angleterre ; il va exposer à ses supérieurs que le fanatisme musulman ne supporte pas mieux le contact des protestants que celui des catholiques. Grâce aux Arabes, les étrangers sont abreuvés d'avanies ; missionnaires, négociants ou explorateurs ne peuvent s'accommoder d'une telle situation sans que leur dignité en souffre, ou s'en affranchir sans l'emploi de la force.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher de ce tableau la position toute différente que la station allemande a su prendre dans l'Ouganda, entre les lacs Albert-Nyanza et Victoria-Nyanza. On se rappelle que MM. Böhm, Kayser et Reichardt s'étaient d'abord établis à Kikoma, le sultan leur ayant interdit l'entrée de sa principale résidence.

Voici à quelle occasion la station allemande vient d'être transférée à Gonda. Dernièrement, le sultan tomba dangereusement malade et, comme il n'avait pas de successeur désigné, le pays se trouva menacé d'une guerre civile que redoutaient également les noirs et les Arabes. Dans ces circonstances, les agents des différents partis vinrent engager la mission allemande à s'intéresser à leurs affaires politiques. Elle s'y intéressa si bien, qu'à la mort du sultan, des relations étaient nouées entre elle et la sœur du sultan appelée à lui succéder; relations fort amicales, car la sultane demanda aussitôt qu'un des membres de la mission allemande vînt s'établir dans sa résidence de Gonda, où elle lui fit construire deux grandes cases en lui donnant l'autorisation d'y déployer le pavillon allemand. C'était déjà un beau résultat; mais il ne pouvait, paraît-il, satisfaire longtemps toute la mission ni une princesse si généreuse. Aussi, le 11 septembre, le traité suivant fut-il conclu entre les Allemands et la sultane : « Moyennant un présent de poudre et la promesse de l'aider moralement et matériellement, la sultane s'engage à donner à Gonda un terrain suffisant pour toute la mission, dont tous les besoins devront être satisfaits par les indigènes. En outre, les Allemands siégeront au conseil à côté de la sultane, avec pouvoir de vie et de mort, de paix ou de guerre ; rien ne sera entrepris sans leur consentement. » Voilà un bien joli petit traité, et les missionnaires anglais n'auront pas d'avanies à redouter dans une contrée où les Allemands useront sans doute de leurs privilèges dans l'intérêt de la civilisation.

En descendant le bassin du Nil, nous laisserons à notre gauche le pays des Niam-niam que vient d'explorer le docteur Juncker, dont le retour nous est annoncé par M. Vossion, vice-consul de France à Khartoum, et nous pénétrerons à notre droite dans le pays des Galla.

Ici nous avons vu à l'œuvre un explorateur hollandais, M. Schuver, qui de Khartoum s'est rendu à Fadassi et s'est avancé chez les Galla occidentaux jusqu'au huitième degré de latitude. Il espère, dans une meilleure saison, gagner encore deux degrés vers le sud. Ses premières informations sur la tribu des Galla Legha, la rivière Jabous et ses affluents pourront être comparées avec celles qu'a rapportées le capitaine Cecchi.

M. Cecchi a passé deux ans dans le pays des Galla occidentaux, de bien aimables individus et un charmant pays, comme il ressort de ce petit discours du roi de Kaffa à M. d'Abaddie, premier explorateur européen dans ces contrées : « Comment as-tu échappé à tes amis et à tes ennemis? Comment as-tu évité le débordement des rivières, les hippopotames, les crocodiles, les panthères, les serpents, les lions, la saison des pluies, etc.. etc. ; enfin, tout ce qui tombe du ciel et tout ce qui pousse de la terre? » M. Cecchi a commencé par être attaché à un poteau ; puis, pendant dix-huit mois, il a souffert tout ce qu'on peut souffrir. Son compagnon, M. Chiarini, jeune homme très instruit, est mort à la peine près du P. Léon des Avanchers, missionnaire français qui est mort là aussi après un séjour de trente ans. M. Cecchi a traversé ensuite la tribu des Gouragué, qu'aucun blanc n'avait encore visitée. Ce sont, paraît-il, les plus beaux et les plus intelligents Africains de la partie orientale. Ils conservent une tradition chrétienne et possèdent probablement aussi des manuscrits de l'ancienne Éthiopie. Enfin M. Cecchi est revenu par le Choa et le Harar. Sa relation sera, on le voit, une très importante contribution à la géographie des contrées qui entourent au sud l'Abyssinie.

Sans doute, l'Abyssinie est aujourd'hui assez bien connue et on y fait moins des explorations dans le sens géographique de ce mot que des voyages d'agrément ou des études de détail, dont les résultats viennent heureusement compléter

les grands travaux antérieurs. C'est à ce dernier titre que nous devons signaler les voyages du docteur Stecker et de notre compatriote, M. Raffray.

M. Stecker a principalement étudié les rives méridionales et occidentales du grand lac Tzana.

S'arrêtant à Korata, il en a déterminé la position (11°44′22″ de latitude nord et 35°08′07″ de longitude à l'est de Paris), et a fait l'ascension du mont Gouguwie, dont il fixe la hauteur à 2185 mètres. Outre plusieurs observations astronomiques, M. Stecker a fait 300 sondages qui lui ont donné une profondeur maxima de 69 mètres. Enfin il a obtenu 1941 mètres pour l'altitude du lac, chiffre supérieur d'environ 200 mètres aux estimations précédentes. En ce moment, le docteur Stecker visite la région située à l'ouest du lac Tzana, et il espère ensuite pouvoir se diriger aussi vers le beau pays de Kaffa, dont nous parlions tout à l'heure.

M. Raffray, consul de France à Massaouah, vient de rentrer en France après avoir profité de son dernier séjour en Abyssinie pour faire une visite au roi Jean, campé alors avec toute son armée au pied des monts Zéboul. Ce massif, situé un peu à l'est des sources de la Takazé, a été exploré par M. Raffray, qui est allé visiter ensuite la ville de Lalibela, où se trouvent les églises monolithes dont l'existence était depuis longtemps connue et qui furent construites, non pas au ve siècle, mais au xe siècle, par le roi Lalibela. Mais si M. Raffray n'a pu faire ici une découverte archéologique, il a du moins été le premier, croyons-nous, à rapporter les photographies ou les dessins de ces curieux monuments.

Enfin M. Raffray a été conduit par ses études zoologiques à diviser et à assimiler comme il suit la faune abyssinienne : 1° faune du littoral ou saharienne; 2° faune des vallées ou sénégalienne; 3° faune des hauts plateaux, plus spéciale à l'Abyssinie; 4° faune des hautes montagnes (de 3 à 4000 mètres) ou faune européenne.

Ne traversons pas la haute Égypte sans annoncer le prochain départ pour cette contrée d'une mission astronomique française. C'est grâce à l'inépuisable libéralité de M. Bischoffsheim que MM. Perrotin, directeur de l'Observatoire de Nice, et Thollon, astronome, iront observer l'éclipse totale de soleil du 16 mai.

Signalons, en passant dans la Tripolitaine, les nouveaux projets italiens d'exploration commerciale entre la Cyrénaïque et le Ouadaï, préparé à cette éventualité par Matteucci et Massari.

En Tunisie, M. Glaser, archéologue austro-hongrois, a trouvé chez quelques ulémas de Kérouan plusieurs manuscrits anciens, dont quatre sont relatifs à la géographie et à l'histoire : *Géographie de Fasari, Distinctions de l'iman* d'Ibn Nadj, *Livre de la Daïra,* et un manuscrit fort ancien, dont il n'a pas donné le titre et qui renferme des détails inédits sur l'Arabie.

Le général Étienne, qui transmettait ces renseignements à la Société de Géographie, ajoutait que, pour être fructueuses, les recherches de ce genre devaient être conduites avec beaucoup de soin et d'adresse par des personnes compétentes; aussi fera-t-il tout son possible pour faciliter la mission confiée récemment, par le ministère de l'instruction publique, à MM. Houdas et Basset, professeurs à l'École des lettres, à Alger.

Enfin, en traversant la Méditerranée pour revenir en France, nous aurions à rendre compte de l'instructive conférence faite à la Société de Géographie par M. Alphonse Milne-Edwards sur la campagne du *Travailleur,* dont il a été l'âme scientifique, si la plume autorisée de M. Viallanes, membre de la mission, n'avait déjà retracé ici même les beaux résultats de ses opérations.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 27 FÉVRIER 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* continue ses recherches sur les sels doubles de mercure.

Il étudie successivement les chlorobromures de mercure par voie sèche et par voie humide, les iodobromures de mercure, également par les deux voies, puis les chlorocyanures.

Il n'a pas fait une étude spéciale des bromocyanures et iodocyanures. Il a constaté cependant que l'iodure rouge, broyé dans le calorimètre avec une solution de cyanure de mercure (1 équivalent = 4 litres), donne lieu à un dégagement de chaleur très sensible, soit + 0°,06 en une minute; + 0°,012 en douze minutes (à 4°), etc. De même le bromure de mercure broyé avec le cyanure de mercure dissous (+ 0°,03 en quatre minutes).

Les sels doubles formés par deux halogènes unis au mercure existent, au moins dans un certain nombre de cas; mais leur chaleur de formation est très petite, depuis l'état normal des sels simples. Cependant la chaleur de formation des iodures doubles, comptée depuis l'iodure jaune, est sensible et voisine de la chaleur dégagée par la métamorphose de cet iodure jaune en iodure rouge.

L'auteur envisage ensuite cet ordre de sels doubles, qui sont très multipliés, pour pouvoir discuter à fond les problèmes de statique chimique relatifs aux doubles décompositions des sels de mercure. La multitude en étant trop grande pour qu'on puisse les énumérer tous, il s'est borné à trois sels de ce genre : le chlorocyanure, le bromocyanure et l'iodocyanure, pareils par leur formule.

L'iodocyanure de mercure et de potassium est un beau corps en longues aiguilles, répondant à la formule



$$KI, 2\,HgCy, 1/2\,HO.$$

Le bromocyanure de mercure et de potassium est un sel cristallisé : $KBr, 2\,HgCy, 3\,HO$, pareil au bromure de mercure. Sa chaleur de dissolution dans l'eau à 9° a été trouvée — $12^{cal},7$, celle du sel anhydre : — $11^{cal},9$.

Ces dégagements de chaleur sont parallèles à ceux observés pour l'iodure de potassium, mais avec des valeurs moindres.

Le chlorocyanure de mercure est un sel cristallisé, moins beau, à la vérité, que l'iodocyanure. Son analyse conduit à la formule $KCl, 2\,HgCy, 2\,HO$.

La chaleur de formation de cette série de sels doubles va croissant du chlorocyanure au bromocyanure et à l'iodocyanure correspondants.

— M. *Lecoq de Boisbaudran* a obtenu une matière colorante qui se forme dans la colle de farine; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther; à l'état sec, elle possède des reflets métalliques semblables à ceux des couleurs d'aniline.

La solution alcoolique, d'un bleu violet, donne au spectroscope, sous une faible épaisseur, une bande d'absorption très indécise : encore plus vague du côté du violet que vers le rouge. Cette bande s'étend de vers $\lambda = 600$ à vers $\lambda = 563$, avec milieu apparent vers 581.

— M. *E. Maumené* adresse, pour prendre date, une note destinée à confirmer les premières expériences dont il avait entretenu l'Académie, en janvier 1870, sur la production des deux composés H^2Az et HAz.

Ces deux corps, le premier surtout, dit M. Maumené, étaient admis par tous les chimistes depuis plus de cinquante ans, sans avoir été jamais isolés. Sa théorie générale lui a donné le moyen de faire cesser cette importante irrégularité. Il offre aujourd'hui la preuve incontestable de l'existence individuelle de H^2Az, de son alcalinité décidée, par rapport aux couleurs actives et aux acides, avec lesquels il forme des sels magnifiquement cristallisables.

— M. *L. Ricciardi* a analysé une cendre volcanique rejetée par l'Etna le 23 janvier 1882.

La cendre est de couleur gris foncé, très fine, et se présente sous la forme de petits mamelons; elle est attirable par l'aimant, ce qui prouve qu'elle est composée en partie de magnétite; humectée, elle rougit fortement le papier de tournesol, et, jetée dans l'eau distillée, elle lui communique une réaction acide sensible et lui permet de dissoudre une certaine quantité de chlorures et de sulfates.

Les acides minéraux la décomposent, mais incomplètement; l'acide sulfurique en dissout une certaine quantité, et cette solution de couleur verdâtre décolore quelques centimètres cubes de permanganate de potasse.

La cendre calcinée laisse dégager une grande quantité d'acide sulfureux et subit une perte de 22,11 pour 100; mais ce chiffre ne représente pas exactement la quantité de substance perdue, attendu que, durant la calcination, le fer fixe l'oxygène et passe à son maximum d'oxydation, ce qui en augmente le poids.

Physiologie. — M. *Vulpian* a constaté l'action qu'exercent les fortes doses de strychnine sur la motricité des nerfs chez les mammifères.

Il a recherché tout d'abord si la strychnine, injectée par une des artères crurales, vers l'extrémité du membre correspondant, ferait disparaître l'action du nerf sciatique sur les muscles auxquels il se rend.

Cette recherche a été faite sur un chien fortement chloralisé. L'artère et la veine crurales du côté droit ont été mises à nu; la veine a été serrée entre les serres d'une pince à pression continue; puis on a injecté assez rapidement dans l'artère, vers les orteils, 16 centimètres cubes d'une solution aqueuse de chlorhydrate neutre de strychnine au centième (0^{gr}, 16 du sel). Le nerf sciatique du même côté a été découvert et lié. Au moment de la ligature, il y a eu un faible mouvement des orteils correspondants. Après avoir coupé le nerf, on a faradisé son bout périphérique; il y a eu un faible mouvement du pied. Les mêmes opérations répétées sur le nerf sciatique gauche montraient que la motricité de ce nerf n'avait pas subi d'affaiblissement. Les muscles avaient conservé toute leur contractilité dans le membre postérieur droit. On pratique une nouvelle injection intra-artérielle de la même quantité de la solution de chlorhydrate de strychnine et l'on examine tout aussitôt l'état de la motricité des deux nerfs sciatiques. Le nerf sciatique droit, soumis aux courants d'induction les plus énergiques, est sans la moindre action sur les muscles correspondants; le nerf sciatique gauche a conservé sa motricité absolument normale. On constate de nouveau que la contractilité musculaire est intacte dans le membre postérieur droit. Les deux injections ont été faites à onze minutes d'intervalle. Par suite de la chloralisation préalable, il n'y a pas eu la moindre convulsion chez ce chien pendant la durée de l'expérience.

Ayant acquis la certitude que la strychnine peut faire disparaître la motricité des nerfs chez les mammifères, lorsqu'elle arrive en suffisante quantité au contact des extrémités terminales de ces nerfs, l'auteur répéta les expériences de M. Richet sur des chiens.

Sur un chien du poids de 12 kilogrammes, soumis, dès le premier moment de l'expérience, à une respiration artificielle très active (32 insufflations pulmonaires par minute), l'auteur a injecté peu à peu, par la veine saphène gauche, vers le cœur, $0^{gr},59$ de chlorhydrate de strychnine, de trois heures seize minutes à quatre heures vingt et une minutes. Le nerf sciatique droit a été examiné à quatre heures trente minutes. Les excitations faradiques les plus intenses, portant sur ce nerf, ne provoquaient pas le moindre mouvement des orteils correspondants, bien que les muscles eussent conservé leur contractilité normale.

Il a examiné ensuite l'effet des injections de solutions d'autres poisons, faites dans une des artères crurales, vers les orteils du membre correspondant. Il a injecté de cette façon, sur un chien, $0^{gr},80$ de chlorhydrate de morphine, en solution au centième. La motricité du nerf sciatique, du côté de l'injection, est demeurée absolument normale.

— M. *J. Guérin* s'occupe du caractère physiologique de la contraction tendineuse.

L'auteur prouve que la contractilité tendineuse est une propriété absolument du même ordre que la contractilité musculaire de la vie de relation, c'est-à-dire que, de même que les muscles de cet ordre se contractent tout à la fois sous l'empire de la volonté et en vertu d'une influence d'une autre origine encore indéterminée, les tendons possèdent cette double propriété, et ils la possèdent d'une manière indivise avec les muscles proprement dits.

Ainsi, dans les difformités anciennes, produites par la rétraction musculaire, où des muscles et tendons raccourcis sont soumis à des tractions incessantes et exagérées, il est de règle que la portion charnue perd graduellement de sa consistance jusqu'à disparaître, parfois tout à fait, au profit de la portion tendineuse, laquelle gagne en longueur ce que le muscle a perdu en largeur.

Des aiguilles implantées dans la portion tibiale du tendon rotulien ont fait voir que le raccourcissement provoqué par la contraction volontaire, simultanément dans le tendon et dans le corps charnu du muscle a lieu dans les deux sens : de bas en haut aussi bien que de haut en bas; puis la contraction de la portion tibiale du tendon rotulien pendant les efforts de redressement volontaire de la jambe sur la cuisse, chez certains sujets atteints de soudure partielle de la rotule au fémur, avec possibilité d'un faible mouvement de flexion de la jambe.

Lorsqu'on est assis, la jambe fléchie à angle droit sur la cuisse, le pied ne touchant pas le sol, il suffit de frapper avec le bord radial de la main la portion tibiale du tendon rotulien. Ce choc provoque instantanément la contraction involontaire de cette partie du tendon et produit un certain degré d'extension brusque de la jambe sur la cuisse.

— M. *Bécamp* a isolé les microzymas gastriques et a recherché leur pouvoir digestif.

0gr,6 de ces microzymas en pâte fluidifient 50 grammes d'empois dans l'espace de vingt-quatre heures, à la température de 40°, sans qu'il se produise ni glucose ni dextrine, ce que démontre le pouvoir rotatoire de la fécule soluble produite.

La même quantité de ces microzymas, mis avec 20 centimètres cubes d'eau sucrée contenant 5 grammes de sucre et créosotée, n'agit pas. Après quarante-huit heures à 40°, on retrouve le sucre avec son pouvoir rotatoire.

Dans l'eau pure, leur action est nulle sur la fibrine. L'activité des microzymas gastriques se manifeste, au contraire, énergiquement dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique au titre du suc gastrique.

5 grammes de caséine sèche et pure, réduite en poudre fine, sont broyés avec 3 grammes de microzymas gastriques en pâte (contenant 0g,5 de matière sèche) et le mélange délayé dans 90 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au centième d'acide fumant. On a laissé réagir pendant cinquante-deux heures à 35°-40°. Tout n'est pas dissous.

Une solution primovalbumine dont le pouvoir rotatoire était $[\alpha]_j = 33°,7$, a été mise en réaction avec des microzymas gastriques bien lavés. Dans 28 centimètres cubes de solution, il y avait 1gr,6 de cette albumine et 1gr,2 de microzymas gastriques humides. Après vingt-quatre heures d'action à 35°-40°, la matière n'était pas modifiée.

L'expérience démontre donc que les microzymas gastriques n'agissent pas sur les matières albuminoïdes dans une matière neutre : on sait qu'il en est de même de la pepsine. On doit donc considérer celle-ci comme étant produite par ceux-là, de même que la pancréazymase est formée par les microzymas pancréatiques.

— M. *Campardon* a fait quelques observations nouvelles de mort apparente de nouveau-nés, traitée avec succès par un bain à 50°.

Dans la première de ses observations, il s'agissait d'un enfant venu au monde en état de mort apparente, sur lequel les frictions, l'insufflation pulmonaire, etc., avaient été inutilement essayées, et que l'auteur considérait comme perdu. Les recherches du docteur Gustave Le Bon lui étant revenues à l'esprit, il plongea l'enfant dans de l'eau chaude à 45° centigrades. En moins de quinze secondes, il était revenu à la vie.

Le même procédé fut appliqué à un enfant d'une quinzaine de jours qui, après avoir dépéri graduellement, était tombé en état de mort apparente.

Physique. — M. *Th. du Moncel* pense avoir reconnu que les trois effets dont il a parlé au sujet de la machine de Gramme sont bien en jeu dans cette machine, et que les courants d'*interversions polaires* sont distincts de ceux qui résultent du mouvement d'une bobine dans un champ magnétique fixe suivant l'axe de l'anneau magnétique.

Zoologie. — M. *H. Filhol* présente un mémoire sur les rapports géologiques et zoologiques de l'île Campbell avec les terres australes avoisinantes.

L'île Campbell est constituée par deux éléments principaux : 1° par une bande de calcaire; 2° par des laves. La bande de calcaire est engagée entre deux massifs volcaniques, dont les épanchements l'ont en partie recouverte; elle leur est donc antérieure comme formation. Cette assise, dont l'épaisseur est de 70 mètres environ, a évidemment pris naissance dans des mers très profondes. Les fossiles y font absolument défaut, et les coupes micrographiques m'ont permis d'y noter seulement la présence de globigérines. Ce calcaire, d'une teinte jaunâtre, d'un aspect très caractéristique, ne se retrouve en aucun point de la Nouvelle-Zélande. Sa surface supérieure, dans les points où elle n'est pas revêtue par les laves, n'est recouverte par aucun dépôt terrestre. Donc la situation de cette assise calcaire, par rapport aux produits éruptifs, ne peut être expliquée que de deux manières différentes : ou bien elle a été portée à la surface de la mer, après avoir été pincée entre les deux massifs volcaniques qui la limitent; ou bien elle correspond aux bords de la fracture qui a donné passage aux laves.

Il résulte de cette étude que les calcaires que les éruptions de Campbell ont fait émerger, ou bien qui par leur fracture ont donné passage aux laves, ont été formés durant les temps pliocènes, c'est-à-dire à l'époque pendant laquelle la Nouvelle-Zélande possédait sa dernière grande extension géographique. Ce n'est donc, au plus, que tout à fait à la fin du pliocène que la terre du Campbell, telle qu'elle est actuellement constituée, a apparu à la surface de la mer.

Viticulture. — M. *P. de Lafitte* recommande de nouveau l'emploi du bitume de Judée pour combattre les maladies de la vigne.

Il paraîtrait d'après un manuscrit qui semble remonter au XIIe siècle, qu'on se serait déjà servi de l'asphalte de la mer Morte pour débarrasser les vignes d'Engaddy d'un ver qui attaquait les racines des ceps et les faisait mourir.

Astronomie. — M. *G. Bigourdan* : Observations de la comète g = VIII 1881 et des planètes [221] et [222], faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'ouest).

— M. *Borrelly* : Observations de la planète Palisa [221], faites à l'Observatoire de Marseille.

Mathématiques. — M. *G. Darboux* : Sur les différentielles successives des fonctions de plusieurs variables et sur une propriété des fonctions algébriques.

— M. *H. Poincaré* : Sur l'intégration des équations différentielles par les séries.

— M. *E. Picard* : Sur certaines fonctions uniformes de deux variables indépendantes et sur un groupe de substitutions linéaires.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Journal de physique théorique et appliquée (février 1882). — *Sir W. Thomson*: Accélération thermodynamique du mouvement de rotation de la terre. — M. *B. Élie* : Imitation des forces agissant dans un diélectrique. — M. *Foussereau* : L'Éclairage électrique. — M. *A. Crova* : Projection du foyer du prisme. — MM. *J. Massé de Lépinay* et *W. Nicati* : Sur un phénomène d'optique physiologique.

— Revue d'anthropologie (t. V., 1882, n° 1). — *Paul Topinard :* Le poids du cerveau d'après les registres de Paul Broca; de l'indice céphalique sur le crâne et sur le vivant. — *A. Corre :* De l'acclimatation dans la race noire africaine. — *E. Sauvage :* De quelques anomalies réversives.

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris. — (Second semestre). — Les cours de la Faculté s'ouvriront le jeudi 16 mars 1882, à la Sorbonne.

Algèbre supérieure. — Les mercredis et samedis, à dix heures et demie. — M. Hermite ouvrira ce cours le samedi 18 mars. Il exposera les principes généraux concernant les intégrales définies et la théorie des fonctions d'une variable.

Calcul différentiel et calcul intégral. — Les lundis et jeudis, à huit heures et demie. — M. Bouquet continuera ce cours le jeudi 16 mars.

Mécanique rationnelle. — Les mercredis et vendredis, à huit heures et demie. — M. Tisserand continuera ce cours le vendredi 17 mars. Il traitera en particulier de la dynamique des systèmes.

Astronomie mathématique et mécanique céleste. — Les mardis et samedis, à dix heures et demie. — M. Puiseux ouvrira ce cours le mercredi 19 avril. Il traitera de la précession des équinoxes, de la nutation de l'axe terrestre et des changements des coordonnées apparentes des étoiles.

Astronomie. — Les mardis et samedis, à huit heures et demie. — M. Ossian Bonnet ouvrira ce cours le samedi 18 mars. Il développera l'ensemble des matières comprises dans le programme de la licence.

Calcul des probabilités et physique mathématique. — Les lundis et vendredis, à dix heures et demie. — M. Briot ouvrira ce cours le vendredi 17 mars. Il traitera de la théorie mécanique de la chaleur.

Mécanique physique et expérimentale. — Les mardis et jeudis, à dix heures et demie. — M. Picard continuera ce cours le jeudi 16 mars. Il étudiera l'hydrostatique et l'hydrodynamique et traitera ensuite de l'application aux machines des principes généraux de la mécanique.

Physique. — Les mardis et samedis, à deux heures. — M. Jamin ouvrira ce cours le samedi 18 mars. Il fera la seconde partie du cours de physique et traitera de l'acoustique et de l'optique.

Chimie. — Les lundis et jeudis, à une heure. — M. Debray ouvrira ce cours le jeudi 16 mars. Il traitera des métaux et de leurs principales combinaisons.

Chimie organique. — Les mercredis et vendredis, à une heure trois quarts. — M. Würtz ouvrira ce cours le vendredi 17 mars. Après avoir exposé quelques notions générales sur les fonctions chimiques, il traitera plus spécialement des hydrogènes carbonés, des alcools et des acides. Il terminera par l'étude des combinaisons aromatiques.

Zoologie, anatomie, physiologie comparée. — Les mardis et samedis, à trois heures et demie. — M. Milne-Edwards ouvrira ce cours le samedi 18 mars. Il traitera de la constitution des animaux, de leur multiplication et de leur développement.

Botanique. — Les mercredis et vendredis, à midi un quart. — M. Duchartre ouvrira ce cours le vendredi 17 mars. Il traitera des classifications, spécialement de la méthode naturelle et des principales familles de plantes.

Géologie. — Les mercredis et vendredis, à trois heures. — M. Hébert ouvrira ce cours le vendredi 17 mars. Il continuera d'exposer les caractères des périodes géologiques.

Cours annexe.

Physique céleste. — Les lundis et jeudis, à trois heures. — M. Wolf traitera des étoiles, des nébuleuses et de la constitution de l'univers sidéral. Il ouvrira ce cours le jeudi 16 mars.

Conférences.

Les étudiants ne sont admis à suivre les conférences qu'après s'être inscrits au secrétariat de la Faculté et sur la présentation de leur carte d'entrée.

Sciences mathématiques. — M. Poincaré fera des conférences sur le *calcul différentiel et intégral*, les mercredis et samedis, à trois heures, dans le nouvel amphithéâtre.

M. P. Puiseux fera des conférences sur la *mécanique*, les lundis et vendredis, à trois heures, dans le nouvel amphithéâtre.

Sciences physiques. — M. Mouton : Les travaux ont lieu les lundis, mercredis, jeudis et vendredis, à neuf heures, dans le laboratoire d'enseignement de physique.

M. Lippmann donnera des développements sur diverses questions de *physique* traitées au cours ou indiquées par M. le professeur Jamin ; ces conférences auront lieu les mardis et samedis, à quatre heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques.

M. Jannettaz fera des conférences sur la *minéralogie*, les mardis et samedis, à huit heures et demie, dans le laboratoire de minéralogie.

M. Joly fera des leçons de *chimie analytique*, les mardis et samedis, à dix heures et demie, au nouveau laboratoire, et des conférences sur des sujets indiqués par MM. les professeurs Troost et Debray.

M. Salet fera, les mercredis, à trois heures et demie, des leçons de *spectroscopie et de photochimie*, et les vendredis, à la même heure, des conférences de chimie organique.

M. Riban, directeur adjoint du laboratoire de chimie : les travaux ont lieu tous les jours, de neuf heures à midi et d'une heure à cinq heures. — Les manipulations pour la licence les lundis, mercredis, jeudis et vendredis, à neuf heures.

Sciences naturelles. — M. J. Chatin fera, les lundis et jeudis, à dix heures, dans le nouvel amphithéâtre des conférences sur diverses parties de l'étude anatomique et physiologique des animaux, indiquées par M. le professeur Milne-Edwards.

M. Joliet fera, au laboratoire de zoologie expérimentale, les jeudis à onze heures, et les samedis, à sept heures et demie du soir, des conférences sur les sujets indiqués par M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

M. Vélain fera, les lundis et jeudis, à neuf heures, dans le nouvel amphithéâtre, des conférences sur les diverses parties de la géologie. Les élèves seront exercés, au laboratoire de géologie, à la détermination des roches et des principaux fossiles caractéristiques des terrains, les mardis, mercredis, vendredis et samedis, de neuf heures à onze heures et demie.

Les candidats aux baccalauréats ès sciences doivent s'inscrire au secrétariat de la Faculté et consigner en même temps les droits de ces grades; les registres sont clos irrévocablement dix jours avant l'ouverture des sessions.

Le registre des inscriptions prescrites pour la licence sera ouvert, au secrétariat de la Faculté, les quinze premiers jours des mois de janvier, avril et juillet (novembre pour l'année scolaire 1882-1883).

La première session pour les trois licences s'ouvrira du 1[er] au 10 juillet 1882; la deuxième, du 1[er] au 15 novembre. Les candidats sont tenus de s'inscrire et de consigner en même temps à la Faculté les droits de ce grade. L'inscription est close huit jours avant l'ouverture de la session.

— Une réclamation. — Les habitués de l'observatoire populaire et auditeurs des conférences de M. Léon Jaubert ont adressé une pétition à M. le ministre de l'instruction publique pour qu'il soit maintenu à la tête de l'observatoire populaire du Trocadéro dont il a pris seul l'initiative, fourni les instruments, organisé l'enseignement, supporté les dépenses et toute la peine.

Cette pétition porte près de quatre-vingts signatures. Les promoteurs de cette demande en ont conservé un second exemplaire destiné aux personnes qui n'ont pu signer le premier.

— Prix Riberi de 2000 francs. — Le sujet adopté par l'Académie de médecine de Turin pour le concours au prix Riberi 1886 est le suivant : *Recherches embryologiques pour l'avancement de nos connaissances sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie de l'homme.* — Les conditions du concours sont les suivantes :

1° Pour être admis au concours, les travaux imprimés ou manuscrits doivent être écrits en italien, en français ou en latin;

2° Les travaux doivent être publiés postérieurement à 1881, et ils devront être envoyés en double exemplaire et franc de port à l'Académie;

3° Les manuscrits doivent être écrits lisiblement; l'Académie conserve l'original et permet à l'auteur d'en tirer des copies à ses frais.

4° Si l'Académie confère le prix à un travail manuscrit, l'auteur devra, avant de recevoir le prix, le publier et remettre à l'Académie deux copies de la publication.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [275]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 11 18 MARS 1882

ART MILITAIRE

Le fusil et le canon.

I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

En entendant parler des portées énormes des nouvelles bouches à feu qui lancent leurs projectiles à des distances de 8, 10, 12 kilomètres, parfois même à quatre lieues, on est amené à se demander si le règne du fusil ne doit pas être considéré comme terminé, s'il ne conviendrait pas de désarmer l'infanterie et de la transformer en artillerie, les batailles de l'avenir devant être des duels au canon. C'est là une opinion qu'on voit parfois émise dans les journaux et dont il importe d'étudier la valeur.

Au surplus, ces sortes de raisonnements absolus reparaissent fréquemment sous forme d'engouements irréfléchis dont nous avons eu bien des exemples en ces derniers temps. Un très remarquable article, malheureusement sans signature, publié dans le *Journal des sciences militaires* d'avril 1880 sous le titre *les Feux d'artillerie,* retrace avec verve l'historique de la question et les vicissitudes de la lutte engagée entre le canon et le fusil pour obtenir la prééminence. En voici le résumé.

L'apparition du canon rayé sur les champs de bataille d'Italie, en 1859, ne surprit pas moins peut-être ceux qui s'en servirent, le connaissant à peine, que ceux qui en ressentirent les effets. Dès lors, on ne jura plus que par cette arme merveilleuse; croyant avoir mis la main du premier coup sur le type définitif, on ne songea guère à le perfectionner : on rendit même plus rudimentaire encore la fusée si grossière de son obus. Et pendant six ou sept ans, l'engin nouveau fut promené triomphalement par nos troupes en Chine, en Cochinchine, au Mexique; sur des champs de bataille, en un mot, où, ne rencontrant que des adversaires encore moins parfaits que lui, il ne pouvait manquer de conserver la prééminence.

C'est ainsi qu'allèrent les choses jusqu'en 1866. A ce moment, la plupart des grandes puissances avaient plus ou moins copié nos canons rayés; aucune ne s'était décidée à imiter le fusil à aiguille que la Prusse seule avait eu la sage ou l'heureuse témérité d'adopter vingt-cinq ans auparavant et qui joua en Bohême un rôle aussi brillant, plus brillant peut-être que nos canons rayés en Italie. Il venait de donner une victoire complète à une armée qu'on croyait alors à peine capable de se mesurer avec celle de l'Autriche. Ce succès imprévu était dû à bien des causes : à la solidité de l'armée prussienne, à son esprit de suite, à son activité, à l'élévation de son patriotisme et à la force de ses principes. Mais le public et même le monde militaire s'occupèrent surtout des causes en quelque sorte matérielles de sa victoire.

Le général Trochu qui n'en méconnaissait certes pas les causes morales et qui a eu bien soin de les mettre en relief s'exprimait ainsi, un an après la décisive bataille de Sadowa : « Le fusil à tir continu (on dirait aujourd'hui *à tir rapide*) entre assurément pour une part importante dans ce résultat si peu attendu. En dehors et au-dessus de l'effet matériel, l'inégalité de l'armement — jugée à l'avance par les troupes — produit un effet moral, de confiance pour celle-ci, de doute pour celle-là, qui est presque invincible. Quels efforts, je le demande aux hommes qui ont fait la guerre, pourraient rendre l'assurance et la foi qui créent le succès, à une infanterie saisie par le sentiment contagieux de l'impuissance relative de son arme (1)? Le fusil à aiguille était donc un élément très réel de supériorité. »

(1) « La confiance des soldats dans leurs fusils fait une partie de leur bravoure », disait le grand Frédéric au comte de Gisors (1754).

Par une coïncidence fâcheuse pour lui, le canon n'avait pas fait beaucoup parler de lui dans cette campagne où le fusil s'était si bien montré. L'artillerie du vainqueur, celle qui se trouvait par conséquent le plus en vue, n'avait joué qu'un rôle assez effacé, attendu qu'au moment de la guerre elle était en voie de réorganisation : la Prusse avait commencé, comme toutes les autres puissances, l'introduction de canons rayés dans son matériel. Elle avait même adopté pour eux le chargement par la culasse ; mais, trop pauvre pour réaliser en si peu de temps une transformation aussi coûteuse, elle avait encore un grand nombre de pièces lisses en 1866. L'artillerie n'était donc pas homogène ; l'organisation et probablement aussi l'instruction de son personnel n'avaient pas encore la perfection qu'elles ont acquises depuis.

Du côté des Autrichiens, le rôle du canon n'avait pas été sans gloire. Seul, il avait pu soutenir l'infanterie foudroyée par le fusil à aiguille ; et, le soir du 3 juillet, l'artillerie autrichienne, en se sacrifiant, avait sauvé les débris de l'armée et protégé sa retraite. Mais les Autrichiens étaient les vaincus, et ce qu'ils avaient fait se trouvait quelque peu relégué au second plan. On ne voyait plus que leurs vainqueurs : tout devait être bien chez ceux dont le succès avait été si complet ; c'était là seulement qu'on croyait devoir aller chercher des exemples. Des hommes fort compétents allèrent jusqu'à voir une des causes de la victoire des Prussiens, dans cette circonstance à peu près fortuite, qu'ils avaient encore une artillerie lisse. On en vint à discuter la valeur du canon rayé intronisé sept ans auparavant.

Les vainqueurs, mieux avisés, songèrent surtout à améliorer leurs bouches à feu, dont la faiblesse ne leur avait pas échappé ; si bien que la campagne de 1866 fut pour eux une leçon d'artillerie, tandis que toute l'Europe, la France en tête, ne s'occupait que des armes portatives et s'empressait, sans plus discuter, d'adopter ces fusils à aiguille qu'elle avait jusqu'alors repoussés avec obstination. La fabrication des chassepots absorba toutes les ressources, de sorte qu'il ne resta plus rien pour les malheureux canons qui furent à peu près délaissés. Si on s'en préoccupa encore, ce fut pour essayer de les transformer, eux aussi, en fusil, par l'invention des mitrailleuses qui, au fond, n'étaient pas autre chose (1).

C'est presque uniquement sur ces engins mystérieusement étudiés à l'atelier de Meudon et sur les chassepots qu'on comptait en France au moment où on entreprit la guerre de 1870. Des canons, on n'en parlait guère, et ils n'étaient guère non plus en état de faire parler d'eux.

On sait ce qui arriva. Déplorablement inférieure en qualité et quantité à l'artillerie allemande, la nôtre fit peu de bruit et moins encore de besogne. On se demande même comment elle a pu servir à quelque chose, quand on connaît les éléments détestables dont elle disposait, quand on sait combien elle était alors mal outillée, mal organisée et mal instruite.

Le chassepot fit merveille, au contraire, plus encore qu'à Mentana : comme le canon rayé en 1859, il déconcerta tout à la fois, amis et ennemis, moins par la rapidité de son tir que par les propriétés de sa trajectoire que le hasard fit utiliser et mit en évidence, plutôt qu'un dessein prémédité. Des troupes qui n'avaient pas assez de sang-froid pour attendre l'ennemi à bonne distance furent les premières stupéfaites de voir qu'elles l'atteignaient, le décimaient, le foudroyaient même, comme à Saint-Privat, à des distances fabuleuses où l'artillerie d'alors arrivait à peine. Ce qui contribua de plus en plus à faire rentrer cette artillerie dans l'ombre.

Les honneurs de cette triste campagne restèrent donc à notre infanterie, comme ceux de Sadowa étaient restés à celle des Prussiens. Mais, remarque finement l'auteur anonyme que nous prenons pour guide, « au lieu d'en conclure, à l'exemple de ceux-ci, la nécessité de donner tous nos soins à l'arme qui en avait le plus besoin, il semble que nous ayons plutôt songé à celle dont le succès relatif adoucissait un peu les blessures cruelles qu'avait éprouvées notre amour-propre.

« En 1866, nous n'avions regardé que dans le camp des vainqueurs. Obligés, en 1871, de voir surtout celui des vaincus, nous y avons moins regardé le côté faible que l'autre, et nous nous sommes plus hâtés d'améliorer un fusil déjà fort bon, que de remplacer un canon absolument mauvais. Les Prussiens, plus logiques, procédèrent, comme après 1866 déjà, d'une façon inverse. Ils corrigèrent d'abord ce qu'ils avaient de plus défectueux, c'est-à-dire l'armement de leur infanterie, avant de substituer à leurs canons, très passables, des bouches à feu meilleures encore. En France, au contraire, nous avons conservé pendant bien des années une grande partie des pièces si médiocres que nous avions à l'ouverture de la campagne ; nous n'y avons substitué que peu à peu un matériel provisoire, et c'est à peine si nos batteries de campagne possèdent toutes aujourd'hui les pièces qui leur sont définitivement affectées. Quant aux bouches à feu de siège et de place, elles sont et resteront probablement longtemps encore en voie de construction. »

Empressons-nous de dire que depuis la publication de ces lignes, le matériel de campagne a été complété et, semble-t-il, dans d'excellentes conditions (1). Quant aux bouches à feu de siège et de place, on en crée et on en construit de nouvelles qui, sans avoir le calibre des fameux canons de 100 tonnes, ont pourtant des dimensions respectables et produisent ces portées énormes dont nous parlions au commencement.

Il ne faut pourtant pas se laisser leurrer par des mots et en arriver à croire qu'on finira par bombarder les capitales des pays voisins sans sortir de chez soi et sans passer les frontières. Le caractère de la guerre a bien changé, mais pas

(1) Voir *Revue scientifique* du 18 février 1882, n° 7, p. 209

(1) Grâce aux travaux du général de Reffye, du colonel de Lahitolle et du colonel de Bange auxquels le pays doit une profonde reconnaissance. Les deux premiers sont morts récemment et, pour ainsi dire, à la tâche. Le troisième vient de quitter l'armée pour prendre la direction d'un établissement d'industrie privée. Nous ne saurions nous associer à ceux qui regardent son départ comme une désertion, car nous ne saurions admettre qu'il soit lié à l'artillerie par les services qu'il lui a rendus.

autant qu'on se l'imagine. Le fusil a encore son rôle à jouer sur le champ de bataille. L'infanterie est toujours, plus que jamais peut-être, l'élément important des armées, sinon l'élément essentiel. On a dit d'elle qu'elle était comme le pain, qui est la base de l'alimentation : à ce compte, les canons seraient ce qu'on nomme les pièces de résistance.

Les métaphores, si ingénieuses qu'elles soient, ne suffisent malheureusement pas à préciser l'état d'une question. Or celle dont il s'agit ici est assez complexe et il nous faudra aborder des considérations de divers ordres pour en faire comprendre la nature, ce qui est notre objet. Nous n'avons pas l'intention de mettre l'artillerie avec son faible effectif et ses lourds engins dans le plateau d'une balance, en plaçant dans l'autre l'innombrable infanterie avec ses armes légères, pour voir laquelle des deux armes a ou doit avoir le plus de poids dans les armées modernes. Nous nous contenterons de caractériser — autant que nous le pourrons — la nature de chacune d'elles, ses propriétés, ses infirmités en quelque sorte, son mode d'emploi et les limites de son action.

II.

CARACTÈRES TACTIQUES.

§ 1. *Mobilité.* — Le fusil est une arme portative. Un seul homme peut le porter ainsi que les munitions qu'il consomme, et s'en servir. Le fantassin passe partout où peut passer une chèvre, disait le grand Frédéric. Il en résulte que les fusils passent à peu près partout : qu'ils se groupent ou s'éparpillent, à volonté. L'infanterie a donc une grande mobilité, ou plutôt une grande souplesse, ce qui n'est pas tout à fait la même chose.

Elle ne marche pas vite, précisément parce qu'elle porte ses armes et ses cartouches, quelquefois même des pelles et des bêches qui lui permettent de se « terrer » et de se creuser des abris si le terrain n'en offre pas qui soient tout préparés. Les tirailleurs disséminés sur une ligne, derrière des plis de terrains, des haies, des arbres ou dans les tranchées-abris qu'ils se sont préparés, ne sont pas tellement chargés qu'ils ne puissent au pas gymnastique ou même plus vite former une ligne plus avancée, et gagner ainsi du terrain par « bonds successifs », pour employer l'image classique.

Mais ce qui les immobilise à la place qu'ils occupent, c'est un sentiment instinctif de conservation et un raisonnement inconscient aboutissant à cette conclusion : qu'on n'est pas sûr de trouver en avant de soi, ou même en arrière, un couvert aussi commode que celui où l'on est — fût-il médiocre — et, en tout cas, qu'on s'expose en s'y rendant, fût-ce pendant un temps très court. Les adversaires de la fortification du champ de bataille ont bien des fois invoqué comme argument cette obstination à ne pas bouger. L'entreprise d'arracher les tirailleurs à l'abri qu'ils occupent est, dit le général Trochu, bien moins simple qu'on ne le croit, et elle exige de la part du cadre un redoublement d'énergie. Ce cadre, c'est souvent un simple caporal, sans grande influence, très préoccupé lui-même de ne pas se mettre à découvert, obligé d'aller de l'un à l'autre, et qui pour exercer sa surveillance et sa part de direction devra résister à la puissante tentation qu'on éprouve, en entendant les balles siffler autour de soi, de faire soi-même le coup de feu, ne fût-ce bien souvent que pour s'étourdir, pour se griser du bruit et de l'odeur de la poudre. « C'est ici que se montre dans tout son éclat le rôle des cadres, en apparence si modeste, en réalité si grand. Les échanges de chaque jour, les habitudes de la vie et du devoir en commun, ont créé entre ces hommes et le soldat une précieuse solidarité. Il connaît leur voix, il obéit à leur geste ; ils sont ses tuteurs, ses éducateurs ; et s'ils lui ont appris à honorer leur caractère, à se confier à leur expérience, il les suit dans le péril et ne sépare jamais sa fortune de la leur (1). »

C'est là l'idéal, c'est-à-dire ce qu'il faut désirer, mais ce sur quoi il ne serait pas sage de compter. Dans la pratique, on verra que l'infanterie, mobile à cause de sa divisibilité extrême et de l'agilité des hommes qui la composent, et quoiqu'elle puisse s'installer partout, grimper dans les clochers, s'établir dans les maisons, se faufiler dans les taillis, est néanmoins peu mobile sur le champ de bataille, parce qu'elle est alourdie par les charges énormes qu'on lui impose et parce qu'elle est souvent clouée sur le sol par un état nerveux particulier qui non seulement l'empêche de quitter ses abris, mais parfois même l'arrête dans ses marches et la fixe à l'endroit le plus exposé comme par une sorte de fascination (1).

Le canon est, par définition, une arme à feu non portative dont on ne saurait comparer la mobilité à celle du fusil ; et pourtant à certains égards, on peut dire qu'elle est plus grande. L'éléphant broyant les arbustes sur son passage, avec ses grandes enjambées, traversant les étangs et toujours allant droit devant lui, n'a-t-il pas plus de mobilité que tel animal souple, léger et rapide que ces mêmes obstacles arrêtent ?

Six chevaux traînent la lourde bouche à feu montée sur son affût ainsi que le personnel strictement nécessaire à son service et quelques approvisionnements, bien peu, de quoi tirer une trentaine de coups. D'autres voitures suivent qui transportent le reste des munitions et du personnel. C'est dans les colonnes une sorte d'alourdissement que ces files de véhicules et d'attelages. Une batterie compte quelque chose comme vingt voitures, 150 chevaux et 200 hommes : le tout pour amener sur le terrain simplement six bouches à feu.

Cette batterie ne peut passer en tous chemins : il lui faut une largeur de plus de $1^m,50$, du double si elle est exposée à rencontrer et à croiser d'autres voitures, du quadruple ou du quintuple, si on prévoit qu'il puisse falloir rebrousser chemin et faire demi-tour. Les fossés, les haies sont des obstacles ; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on peut faire passer à travers champs ce lourd matériel, qui creuse dans les terres labourées des ornières profondes, qui se fraye dif-

(1) L'*Armée française en* 1867. Le combat.

(2) Voir *Revue scientifique*, n° du 29 janvier 1881, p. 151.

ficilement passage dans les hautes herbes, qu'un ruisseau, qu'un marécage, qu'une vigne même arrête net.

En revanche, sur une bonne route, on peut prendre le trot et arriver vite en position. Les servants, quoique secoués par les cahots sur les coffres, ne sont pas fatigués. Ils n'ont pas eu à porter leurs sacs arrimés sur la voiture, leur mousqueton pèse peu — à supposer qu'ils l'aient emporté en campagne, ce qui est douteux, — le nombre des cartouches qu'ils ont sur eux est insignifiant. Lorsqu'on quitte la route pour aller prendre position dans quelque prairie voisine, ils sautent légèrement à terre, poussent à la roue, s'il est nécessaire, et on regagne par là le temps perdu à faire des détours au lieu de venir par la droite ligne.

Les batteries à cheval qui accompagnent la cavalerie ont encore les mouvements plus aisés et les allures plus dégagées. Les servants des pièces, au lieu d'être transportés aussi sur les coffres des avant-trains et des caissons, suivent les canons à cheval. Lorsqu'on arrive sur le terrain, ils mettent pied à terre, laissant leurs montures à un certain nombre d'entre eux qui se trouvent être ainsi des non-valeurs au point de vue du tir.

On a été jusqu'à contester que ces batteries à cheval fussent plus mobiles que les batteries montées (celles où pendant les routes les servants *montent* sur les coffres). Vienne un mauvais pas, les hommes à pied sont immédiatement prêts à s'appliquer aux roues et à aider les chevaux ; tandis que c'est une opération plus compliquée s'il faut descendre de cheval et confier sa bête au voisin. Et puis s'il y a une soixantaine de chevaux en plus dans la batterie, n'en résultera-t-il pas des difficultés pour la loger et la cantonner? Tel village eût pu fournir les écuries nécessaires pour 150 animaux qui n'en peut recevoir 200 : on sera donc obligé de s'établir ailleurs, de conduire le surplus dans une ferme isolée. Il en résultera des pertes de temps, soit pour l'installation, soit pour le départ, sans compter les difficultés qu'on éprouvera à se procurer le fourrage nécessaire.

Ces théories paradoxales, inspirées par l'autorité d'un éminent général de l'artillerie allemande qui s'est déclaré naguère opposé au maintien des batteries à cheval, créées par Frédéric le Grand, et conservées, disait-il, par respect pour la tradition en dépit des intérêts de l'armée et du pays, ces argumentations plus ou moins justes prouvent, du moins, qu'on attache dans l'armée un sens très différent à ce mot de mobilité et que la qualité qu'il indique est assez mal définie.

C'est ce qui oblige, en pareilles matières, à ne pas exprimer son opinion par un mot, mais par l'exposé des faits. Cette assertion, par exemple, que l'artillerie se déplace plus facilement que l'infanterie sur le champ de bataille ne manquera pas de surprendre au premier abord.

Il est pourtant acquis qu'une troupe d'infanterie sérieusement engagée sur un point ne peut que très difficilement être dirigée sur un autre, parce qu'il faut l'arracher aux positions qu'elle occupe et la décider à se mouvoir, ce que rend difficile son éparpillement : elle glisse, pour ainsi dire, entre les doigts de ses chefs.

L'artillerie, au contraire, est toujours dans la main de ses officiers : ses hommes se serrent autour des pièces comme autrefois les soldats se serraient autour du drapeau. Une batterie peut donc — non pas certes très aisément — mais, du moins, sans trop de difficulté, être retirée du feu. Qu'on engage donc sans crainte toute son artillerie au début de l'action : celle-ci ne cessera pas, en réalité, d'être disponible. Rien n'empêchera de prendre une batterie qui combat même depuis longtemps sur une position pour l'envoyer sur un autre point où le besoin s'en fait sentir.

Les chevaux qui se sont reposés pendant le tir supportent toute la fatigue de ce déplacement, les servants qui ont eu toute la fatigue de la charge reprennent haleine et se délassent, de sorte qu'ils sont plus à même de recommencer leur service quand les pièces sont de nouveau en batterie.

Ces allées et venues épuiseraient rapidement une compagnie d'infanterie, si tant est qu'il fût matériellement possible de l'y soumettre, tandis qu'une batterie voyageant sur le champ de bataille sans laisser un homme en arrière atteint son nouvel emplacement sans avoir rien perdu de la puissance de son feu. Celui-ci donc, toujours disponible, est assez facilement transportable d'un point sur un autre.

Cet avantage n'est pourtant pas aussi grand peut-être qu'on le pourrait croire, attendu que les terrains sur lesquels une batterie peut s'établir seront souvent tellement limités, circonscrits, imposés, qu'elle sera clouée sur place par l'impossibilité où elle se trouvera de pouvoir se reformer ailleurs.

§ 2. *Formation.* — En effet, tandis que l'infanterie se groupe par essaims ou se dissémine en tirailleurs, et qu'au lieu d'être gênée par les petits accidents topographiques, elle en profite, — car « il faut absolument, pour que son esprit et son œil puissent se livrer au travail et aux calculs dont le résultat est le tir ajusté, que le soldat soit dans l'état de sécurité relative que lui crée la protection d'un tronc d'arbre, d'un pan de mur, d'un fossé, etc. » — tandis que l'infanterie, avec sa souplesse, se plie au terrain, l'artillerie offre une rigidité absolue.

Elle n'a qu'une formation, toujours la même. Les pièces sont sur une ligne à peu près droite pour ne pas se gêner mutuellement par leur tir, écartées de 10 à 20 mètres les unes des autres. La batterie présente donc un front moyen de 75 mètres. Ce n'est donc qu'exceptionnellement qu'on peut s'établir sur un terrain coupé ; les fossés, les sillons même, les broussailles et jusqu'aux racines d'arbres gênent le recul des pièces et entravent la surveillance des officiers qui est un des principaux avantages du tir de l'artillerie.

Tous ces obstacles arrêtent, d'ailleurs, les mouvements de l'avant-train et par conséquent retardent le départ de la batterie, soit qu'il faille se porter en avant, soit qu'on ait à battre en retraite. A la bataille de Sadowa, 32 pièces autrichiennes ont été prises par les vainqueurs, parce que leurs avant-trains n'avaient pu les enlever.

Un développement de terrain d'une largeur de 75 mètres sera sans doute assez facile à trouver, quoiqu'on se montre assez exigeant en principe sur les conditions qu'il doit remplir : on veut qu'il soit à proximité de bons chemins, qu'il offre des couverts pour les avant-trains, etc. Mais on com-

prend que ce sont là des qualités dont il faudra bien se passer... quand on ne pourra pas faire autrement.

En revanche, on considère comme pratiquement impossible de réduire à moins de dix mètres l'intervalle qui sépare deux pièces, soit pour la sécurité même de la batterie et par la raison qui a fait adopter l'ordre dispersé dans le combat, soit pour faciliter les mouvements des avant-trains. On n'admet pas non plus que les six pièces soient séparées et agissent à part : elles sont bien groupées par sections de deux, sous le commandement d'un officier (lieutenant ou sous-lieutenant), mais ce fractionnement, destiné à faciliter la surveillance et la direction du feu, ne signifie pas que ces trois éléments de la batterie soient indépendants.

La concentration de ces six pièces dans la main du capitaine commandant a, au contraire, une importance capitale. Le réglage du tir exige l'unité de direction et souvent le concours de tous les éléments de la batterie. Mais, une fois le tir réglé, on n'enlèverait pas sans grand dommage une section engagée pour l'envoyer agir isolément. Le caractère du feu de l'artillerie, comme nous aurons occasion de le voir bientôt, c'est qu'il n'est pas *individuel* comme celui des tirailleurs. Les obus n'agissent que par masses : c'est leur concentration sur un point qui rend une position intenable. Or le capitaine, n'ayant à sa disposition que six pièces pour lancer ces obus, ne peut guère en laisser partir deux. Au moindre accident qui surviendrait, sa batterie se trouverait réduite à trois canons, ce qui est évidemment insuffisant pour produire des effets d'ensemble.

Autrefois il n'en était pas de même : on tirait sur une troupe, « dans le tas »; chaque chef de pièce ou même chaque pointeur choisissait son objectif et dirigeait son feu vers un point quelconque de la muraille humaine, de l'agglomération de chevaux ou de soldats placés en face de lui : il était toujours à peu près sûr d'atteindre. Son boulet ricochant déviait d'ailleurs plus ou moins de la direction initiale, et pourvu qu'il abattît une file de soldats, c'était bien.

Aujourd'hui, avec des adversaires disposés à claire-voie, au lieu de former une ligne pleine, on perdrait tous ses coups en ne concentrant pas ses efforts. Il en est de même pour faire brèche : lorsqu'il s'agit de démolir un simple pan de mur de clôture, il importe peu de frapper un point ou l'autre. Où l'obus éclate la maçonnerie tombe. Mais si on est en face de ces énormes masses de pierre soutenant des terres qui forment les parapets des places fortes, il importe, au contraire, de frapper toujours au même endroit. Le premier coup fait un trou, il faut le doubler d'un second qui l'approfondisse et recommencer jusqu'à ce que la dislocation de la maçonnerie et l'ébranlement des terres amènent leur éboulement dans le fossé.

La tactique moderne n'est point de répondre à l'éparpillement des troupes par l'éparpillement des feux : à tort ou à raison — car ici il s'agit de ce qui est, non de ce qui devrait être — la grande règle est la convergence du tir. Veut-on anéantir une batterie ennemie? Au lieu d'engager une lutte corps à corps, d'assigner à chacune de ses six pièces chacune des six pièces de l'adversaire, le capitaine en désigne une, une seule, sur laquelle doivent tendre tous les efforts, doivent être dirigés tous les coups. Celle-ci détruite, on passera à une autre, jusqu'à ce que le feu soit éteint.

Par cette méthode, on compte, — car, à vrai dire, elle n'a pas encore été réellement expérimentée sur le champ de bataille — on compte arriver rapidement et sûrement à un résultat décisif. Le but bien déterminé, on peut évaluer sa distance avec précision : on peut braquer sur lui une lunette et voir si les coups l'atteignent bien. L'identité des bouches à feu actuelles est telle, leurs effets sont si réguliers, que, dès qu'on est parvenu à faire tomber un obus sur le but (c'est là ce qu'on appelle *régler le tir*), tous les autres y tombent ou tout au moins se groupent autour de lui dans un petit espace, couvrant de leurs éclats tout le terrain avoisinant et rendant la position intenable.

Cette nécessité d'accumuler tous les coups sur une portion restreinte du but — ce qui ne peut être obtenu sans une absolue unité de direction et ce qui exige l'emploi et le concours de nombreuses bouches à feu — cette nécessité a amené les théoriciens à cette idée qu'il fallait non seulement laisser les batteries indivises, mais les grouper par deux, trois ou quatre, sous un commandement unique, et c'est ainsi qu'on opérerait si une guerre venait à se déclarer actuellement. On est ainsi ramené à ces grandes batteries, à ces lignes de canons célèbres dans l'histoire des guerres du premier empire et qu'on retrouve depuis, employées en quelque sorte accidentellement : à Sadowa, par exemple, lorsque l'artillerie autrichienne a voulu couvrir la retraite de l'armée vaincue. Mais si la disposition se retrouve la même, son objet est tout différent : il ne s'agit plus de renforcer un point de sa ligne, mais d'être mieux en mesure d'affaiblir celle du parti adverse. Ce qui était une formation défensive est devenu un moyen d'attaque.

Ce groupement, quels qu'en soient les causes et les effets, paraît destiné à immobiliser l'artillerie, si on prend pour règle de l'effectuer et de le conserver. Il faudra trouver des emplacements convenables présentant un front moyen de plus de 300 mètres, s'il s'agit d'y réunir quatre batteries, et, pour peu qu'on soit sur un territoire où la propriété est divisée, comme dans nos pays, de tels développements seront rares. Quand on les occupera, on y restera, en général, le plus possible, parce qu'on ne sera pas assuré d'en retrouver ailleurs et pour d'autres raisons aussi que nous rencontrerons par la suite.

La formation de l'infanterie, qui est aussi une formation unique, a une bien autre flexibilité et elle se prête bien plus aisément aux exigences du terrain. Voici, résumé par le général Favé, dans son *Cours d'art militaire*, en quoi consiste cette formation de combat qui est toujours l'ordre dispersé.

La compagnie forme trois échelons : le premier échelon est une *chaîne* de tirailleurs; le second comprend le *renfort* destiné à augmenter, dès qu'il en est besoin, le nombre des tirailleurs de la chaîne; le troisième échelon, le *soutien*, sert d'appui aux deux premiers; il renforce ou remplace le renfort, quand celui se porte sur la chaîne en tout ou en partie.

Chacun des trois échelons ne doit avoir que des fractions constituées de la compagnie, c'est-à-dire que l'escouade n'est jamais divisée; mais le nombre de ces fractions peut varier pour chaque échelon, soit au commencement, soit dans la durée du combat. La compagnie pourra, par exemple, employer une section pour la chaîne, une section en renfort et deux sections en soutien. Les distances d'un échelon à l'autre doivent varier elles-mêmes, suivant les accidents du terrain. Néanmoins, la théorie a cru devoir fixer à 150 mètres le maximum de la distance de la chaîne au renfort, et à 350 mètres la plus grande distance du renfort au soutien. Cet ordre de combat, dont les trois éléments ont des distances variables, suivant les circonstances, particulièrement d'après la nature du terrain, ne conserve pas non plus, comme immuables, les forces attribuées tout d'abord aux trois échelons; au contraire, les rapports de leurs nombres d'hommes changent avec la phase du combat. Le renfort se porte à hauteur de la chaîne, soit en entier, soit en partie, se développe en tirailleurs ou demeure en ligne, quand son action devient nécessaire pour porter aide aux combattants au moment d'une offensive décisive, ou simplement pour donner plus d'énergie à la défense.

Alors, le soutien se partage pour reconstituer un renfort de force convenable; et la compagnie se maintient en trois échelons aussi longtemps que possible. Un moment viendra, néanmoins, dans certains cas, où la compagnie, ayant renforcé la chaîne au fur et à mesure des besoins, ne pourra plus avoir qu'un second échelon, celui du soutien. Elle sera même ensuite, si cela devient nécessaire, consacrée tout entière à la lutte qui se continuera entre les deux chaînes adverses.

Les emplacements que doivent prendre le second et le troisième échelon sont réglés par des considérations compliquées et parfois de sens contraires. Le renfort et le soutien ne sont pas ordinairement en situation de faire usage de leurs armes; on a donc intérêt à les dérober au feu de l'ennemi. Cette considération, si on la consultait seule, conduirait souvent à les placer beaucoup plus loin de la chaîne que la théorie ne le permet. Mais on a besoin de tenir le renfort assez rapproché de la chaîne pour qu'il soit en mesure d'arriver à sa hauteur avant que l'ennemi ait pu la refouler par un effort brusque et décisif.

Le combat en ordre dispersé autorise à conserver et à rétablir, tant qu'on le peut, les trois échelons qui en sont les éléments. Ces trois échelons exécutent leurs mouvements en avant ou en arrière, suivant que l'on gagne ou que l'on perd du terrain ; mais toujours le sort de l'affaire se décide par le succès ou l'insuccès définitif de la chaîne des tirailleurs.

Les dispositions essentielles de cet ordre de combat, ajoute l'auteur, ne sont pas changées, lorsqu'on a à repousser les attaques de la cavalerie. Les règlements déclarent même toutes les formations bonnes dans ce cas, pour les plus petites fractions de troupes, si les hommes savent faire usage de leurs armes et attendre l'ennemi à bonne portée. Elle recommande donc uniquement d'éviter les manœuvres pour ne point amener de trouble dans la troupe ou occasionner de perte de temps.

En d'autres termes, l'infanterie se sert de son feu, à toutes les distances où ses balles arrivent, aussi bien à bout portant qu'aux extrêmes limites de la portée. Elle a ce que les oculistes appellent la faculté d'accommodation. L'artillerie est une arme presbyte. Il lui faut de la distance. Elle dirait volontiers comme le maître d'escrime aux élèves novices : « Reculez, pour que je puisse vous toucher. »

Lorsqu'elle voit la cavalerie approcher, par exemple, elle sait que ses obus ne lui serviront de rien : elle est obligée de changer son genre de tir, — si elle en a le temps, — et cherche à balayer le terrain en employant des boîtes à mitraille qui écartent comme les plombs d'un fusil de chasse et font gerbe au sortir même de la bouche à feu.

Mais déjà la batterie est envahie. Les servants ont bien des armes, au moins d'après les règlements : on ne compte pourtant pas sur elles. Des tirailleurs avec leurs fusils arrêtent la charge avant qu'elle ait traversé leur ligne. Dès qu'ils l'ont franchie, la fusillade s'arrête : on risque, en se retournant et en continuant à faire feu, de blesser les troupes amies, les camarades de la chaîne, ceux du soutien, ceux du renfort.

De même les servants courent risque en se servant de leurs mousquetons de s'entre-tuer, d'atteindre les chevaux, les conducteurs, les réserves de la batterie. Aussi se contente-t-on de leur recommander de s'abriter de leur mieux, en se plaçant contre les pièces, entre les roues, et, une fois là, de s'y défendre à coups de crosse, à coups de leviers de pointage ou de refouloir en cherchant à frapper aux naseaux les chevaux des ennemis, moyen dont l'efficacité est assurément douteuse.

Quoique la probabilité de pareils envahissements soit et devienne très problématique, cet exemple permet de voir que l'artillerie n'est pas ce qu'on peut appeler une arme complète. Outre que ses engins ne sont pas traînés par les mêmes hommes qui sont appelés à s'en servir, ces engins, quelque puissants qu'ils soient, ne sont pas aptes à toute besogne.

« Dans tous les cas, dit l'*Aide-mémoire d'artillerie*, c'est aux troupes voisines qu'il appartient de protéger l'artillerie contre les entreprises *rapprochées* de l'ennemi. »

Contre des tirailleurs bien postés à faible distance, une batterie ne pourra presque rien. Le canon, ce géant des batailles, est impuissant devant le harcèlement des balles, comme Gulliver assailli par les Lilliputiens, comme le lion tourmenté par un essaim de guêpes qui s'acharnent contre lui. Mais,

On a souvent besoin d'un plus petit que soi,

et cette impuissance de l'artillerie à se défendre elle-même a obligé jadis à associer aux batteries des troupes de soutien chargées exclusivement de la « protéger contre les entreprises rapprochées de l'ennemi ». On a renoncé à cette pratique qui immobilisait ainsi de l'infanterie en vue d'éventualités qui sont aujourd'hui de moins en moins à redouter, ou du moins l'affectation à l'artillerie de soutiens permanents a cessé d'être de règle habituelle et est devenue une circonstance exceptionnelle. Le principe a été maintenu seulement dans toute sa rigueur pour les batteries à cheval attachées à une division de cavalerie indépendante. Comme elles sont lancées à l'aventure et toujours exposées, on les fait toujours accompagner d'un peloton ou même d'un escadron chargé de veiller sur leur sécurité.

Tels sont, à grands traits, les caractères généraux de la tactique actuelle de l'artillerie et de l'infanterie, au moins théoriquement. Rien ne dit que, si on en venait au faire et au prendre, ces principes de combat ne seraient pas renversés de fond en comble. Après quelques rencontres, on en

viendrait peut-être à adopter d'autres formations : c'est la loi fatale qui s'est imposée à toutes les armées par la force même des choses. Il est bon que les règlements de manœuvres soient élaborés par un travail de cabinet, mais on doit s'attendre à en voir renverser les prescriptions autant qu'à les voir confirmer, en dépit de ces utiles expériences du temps de paix qui se nomment les grandes manœuvres, les feux de guerre et les écoles à feu, expériences dont l'interprétation reste toujours douteuse.

Ces règles de tactique que nous venons de résumer et qui sont à peu près universellement consenties en ce moment, on ne saura peut-être jamais ce qu'elles valent, car elles pourront être bien des fois changées avant qu'éclate une guerre décisive et instructive — ce que l'expédition de Tunisie, par exemple, n'est à aucun degré. « Il faut changer la tactique de la guerre tous les dix ans, si on veut conserver quelque supériorité », a dit Napoléon. Et, en effet, des modifications à l'armement, de nouveaux résultats acquis dans les polygones ou dans les champs de tir entraînent fatalement la nécessité de disposer différemment les troupes.

Encore une fois, c'est uniquement de la tactique française actuelle qu'il s'agit ici.

III.

EFFET UTILE.

Il ne suffit pas de savoir comment on se sert d'un outil, il faut encore savoir à quoi il sert. Nous avons vu comment se déplacent l'artillerie et l'infanterie, comment elles s'installent pour agir. Mais quel est leur mode d'action, et de quoi dépend-il ? Voilà ce qu'il s'agirait d'étudier à présent.

Canon et fusil servent à lancer des projectiles. Ceux du canon sont les obus et accessoirement les boîtes à mitraille ; ceux des fusils sont les balles.

L'effet produit, l'efficacité de la canonnade ou de la fusillade, dépendent de beaucoup de circonstances, les unes d'ordre moral, les autres simplement matérielles. Parmi ces dernières, la portée atteinte, la force restante ou plutôt la force apportée — d'où dépendent la gravité des blessures faites et la force de pénétration — la fréquence des coups, la précision du tir, sont les éléments principaux, mais non pas uniques, du rendement de l'arme. Non pas uniques, parce que bien d'autres causes interviennent. La force apportée, par exemple, se mesure par une fonction de la masse du projectile et de sa vitesse. Mais cette expression algébrique doit être complétée : que le projectile soit mou ou dur, qu'il se présente par une pointe ou un arrondi, qu'il n'ait qu'un mouvement de translation ou qu'il tourne en avançant à la façon d'une vrille, ses effets seront différents. Que sera-ce encore s'il transporte avec lui une charge de poudre qui lui permette de créer une nouvelle force au point d'éclatement ?

C'est ce que nous allons examiner le plus rapidement que nous le pourrons, en ayant bien soin de chercher à définir chacun des éléments de l'efficacité des feux et de les isoler, quoique, dans la réalité, ils soient connexes et en quelque sorte enchevêtrés.

§ 1er. *Portée.* — On entend souvent demander si, par exemple, notre fusil a plus de *portée* que celui des Prussiens, s'il tire plus loin. C'est là une question à laquelle il est malaisé de répondre. Le mot portée n'a pas un sens très précis par lui-même. Théoriquement, la plus grande distance à laquelle arrive la balle correspond à une inclinaison de l'arme qui va jusqu'à près de 45 degrés, et, dans la pratique, on ne tire presque jamais sous un angle aussi considérable. Ce n'est donc pas de cette portée-là qu'on entend parler : on veut demander, en général, à quelle distance il convient de faire feu sur un ennemi, ce qui est une demande bien vague.

Tel chasseur, qui a son fusil chargé et qui craindrait de manquer une alouette posée à trente pas de lui, fait feu sur une compagnie de perdreaux qui se lève à une distance double. Il y a donc la portée des alouettes et la portée des perdreaux pour un même fusil. Il y a bien autre chose : il y a le tir avec l'intention d'atteindre, et le tir avec l'intention d'intimider, qui sont bien différents et dont l'étendue est très différente. On jette une pierre à un chien qui est à cent pas et qu'on veut effrayer ; si on tient à l'atteindre, on attend qu'il se soit notablement rapproché. Un bombardement se fait d'une distance de deux lieues : on hésitera parfois à tirer avec les mêmes canons sur une troupe qu'on aperçoit sur un champ de bataille à 4 kilomètres de soi.

Sur la ville, en effet, on ne veut que produire un effet moral. Que l'obus éclate dans une rue ou une autre, peu importe. Si on le jette sur une troupe, c'est pour qu'il l'atteigne, la plupart du temps.

Encore faut-il savoir si cette masse qu'on aperçoit est composée d'amis ou d'ennemis. Quelque grande que soit la portée extrême d'une arme, on ne peut sagement l'utiliser pour frapper des points où la vue ne peut porter. Quand on bombarde une ville assiégée, au contraire, on ne court pas grand risque d'égarer ses coups, même si on ne voit pas le but, bien qu'il puisse arriver qu'on détruise des édifices protégés par le pavillon des neutres ou la croix rouge de la convention de Genève.

Il y a donc des portées différentes suivant qu'on se trouve devant une forteresse ou en rase campagne, suivant qu'on voit le terrain en avant ou qu'on ne le voit pas, et la preuve en est que, la nuit, on ne tire qu'à bout portant, eût-on en main le meilleur fusil du monde.

Qu'on ne s'étonne donc pas de lire dans les journaux qu'une arme nouvelle, dont on rapporte l'invention, a une portée supérieure à celle des modèles connus jusqu'à ce jour. Les trois quarts du temps, ces renseignements sont inexacts. Les portées théoriques, très difficiles à déterminer expérimentalement avec précision, sont rarement bien connues : on peut dire qu'elles sont à peu près égales pour toutes les armes similaires des différents pays. L'infanterie allemande n'a pas à redouter le fusil Gras plus que nous n'avons à craindre le Mauser : ces deux fusils se valent intrinsèquement. Leur rendement dépend du degré d'habileté des tireurs, de la solidité des troupes au feu, du choix judicieux des hausses, de l'abondance des munitions, du mode de ravitaillement, d'un ensemble de conditions très nom-

breuses, on le voit, qui sont un mélange de conditions morales et matérielles. Suivant un adage militaire, les outils sont à peu près les mêmes ; tout dépend du manche et de l'ouvrier.

Quand on choisit un fusil de chasse, on sait que, pour un certain prix, on aura, chez n'importe lequel de nos arquebusiers en renom, des armes dont le tir sera équivalent. On se fournit chez l'un plutôt que chez l'autre, soit tout simplement par habitude ou entraîné par la vogue, soit à cause du faire particulier de la maison ; tel chasseur préfère une forme de crosse déterminée avec laquelle il croit épauler mieux, tel autre tient surtout à la facilité du nettoyage et de l'entretien, et exerce son choix en conséquence. En sorte que, tout en prenant un fusil uniquement en vue de ses propriétés balistiques, c'est là ce dont on se préoccupe le moins, et on porte son attention sur ce qui peut paraître accessoire. On a raison d'en agir ainsi lorsqu'on s'adresse à une maison de confiance.

Il en est à peu près de même lorsqu'une nation adopte un modèle d'armes après examen comparatif de plusieurs types proposés : il est fort rare que ces types n'aient pas des propriétés balistiques à peu près équivalentes, ou qu'on ne puisse les leur donner aisément, et on se décide entre eux par des motifs secondaires : à cause de la solidité du mécanisme, de la simplicité des assemblages, de la douceur du recul, du poids des munitions, du prix de revient, etc.; d'autres fois même, à cause de la nationalité de l'inventeur, ou pour des raisons de la même valeur.

Les outils sont identiques, on ne s'occupe que du manche.

Le canon et le fusil, au contraire, sont deux outils différents. Les portées de leurs projectiles ne sont pas comparables. La portée théorique d'une bouche à feu de campagne (non pas celle qu'on utilise, bien entendu) est de deux lieues à peu près. Celle du fusil ne dépasse pas 3 kilomètres, ce qui est déjà bien beau, et ce qui ne va pas sans une arme lourde, car une trajectoire aussi étendue correspond à une grande force de projection, et celle-ci est proportionnelle à la force de recul que l'épaule du tireur a à supporter. L'augmentation du poids de l'arme est le seul moyen employé pour atténuer la secousse qu'il ressent.

Quant à la portée efficace, pratique, usuelle, elle varie avec les circonstances, nous l'avons vu. Suivant qu'il s'agira de fouiller un pli de terrain ou un village, ou d'atteindre une ligne de tirailleurs, on n'admet pas les mêmes limites. Il en est de même pour l'infanterie, suivant qu'elle cherche à frapper un point déterminé par un *tir ajusté,* ce qui a été jusqu'à présent la règle, ou qu'elle veut simplement couvrir le terrain de balles par un feu roulant fait au hasard, à tour de bras, mais sans viser, suivant la méthode mise à l'ordre du jour, sinon à la mode, par les défenseurs de Plewna.

§ 2. *Effet moral.* — Une autre circonstance encore peut déterminer la distance à laquelle on ouvre le feu : c'est l'effet qu'on veut produire sur l'esprit de ses propres troupes ou de celles de l'ennemi. A-t-on affaire à des ennemis qui voient le feu pour la première fois, à des régiments qu'on sait être composés de recrues, dont le courage est ébranlé par une succession de défaites, on peut tirer à toute volée, d'aussi loin qu'on veut.

Quand une bataille tourne mal pour son adversaire, on ne doit pas craindre de redoubler le feu de l'artillerie ; en général, n'atteignît-on personne, il est rare qu'on ne change pas la retraite en une débandade.

A-t-on avec soi des soldats dont on n'est pas sûr et dont on redoute les défaillances, on les fait accompagner de canons. Tous les cours d'art militaire rappellent que Napoléon, lorsqu'il avait ses armées composées de jeunes troupes, augmentait notablement la proportion des pièces d'artillerie qu'il faisait marcher avec son infanterie. On sait quelle joie illumine les visages des soldats lorsqu'ils entendent le roulement des voitures d'une batterie qui vient prendre position auprès d'eux, et que les plus démoralisés reprennent du cœur lorsque la canonnade commence. Et pourtant, si on raisonnait, on redouterait peut-être ce voisinage compromettant qui va attirer l'attention et les coups de l'adversaire. Mais on ne raisonne pas, et c'est bien là le caractère spécial de cette émotion du champ de bataille qu'on a justement appelée une ivresse, ivresse sans vin, surexcitation nerveuse indéfinissable, dans laquelle les préjugés entrent pour une bonne part, à telles enseignes qu'on finit par se familiariser avec ces sifflements, devant lesquels on avait commencé par baisser la tête, mouvement instinctif et bien naïf, puisqu'on ne les entend guère que trop tard, lorsque la balle est déjà passée.

On finit par s'en rendre compte avec l'expérience du champ de bataille : on en vient à ne plus éprouver d'émotion en entendant siffler les balles ; en revanche, le son d'une balle arrêtée par un corps humain, quand il est entendu de près, produit, dit le général Trochu, un effet d'angoisse indéfinissable sur l'oreille et sur tout l'appareil nerveux. On en vient même à se blaser au point de ne plus sentir ce frémissement, lorsqu'on constate combien les blessures de la balle sont « propres » et peu douloureuses dans la plupart des cas.

Les plaies produites par les éclats d'obus sont, au contraire, presque toujours affreuses : c'est sans doute pourquoi on s'accoutume moins au bruit des boulets ou à celui des obus, particulièrement effrayant sous bois, et auquel s'ajoute le fracas de leur détonation au milieu d'un nuage de fumée et de poussière. « L'atmosphère est tourmentée par mille bruits à la fois sourds et aigus. Le terrain se couvre de morts, de mourants qui expirent dans d'intraduisibles convulsions, de blessés qui se traînent péniblement, cherchant l'abri des haies, des fossés, des murs de clôture, pour échapper aux pieds des chevaux et aux roues de l'artillerie. Partout des amas d'armes, de coiffures, de havre-sacs ; partout des chevaux étendus, ou qui errent épouvantés sans maître. » (Général Trochu.)

C'est la simultanéité du bruit et de ce spectacle qui inspire la terreur. Si la canonnade n'est pas à bonne portée, si les obus tombent sur un terrain mou et sont inoffensifs, si leurs fusées ne fonctionnent pas, l'adversaire qu'on veut atteindre

cesse de trembler et peu à peu il en vient à jouer avec ces instruments de mort qui n'agissent pas. C'est ainsi que la légende représente les zouaves devant Sébastopol courant arracher la mèche enflammée des bombes tombées dans la tranchée. De même aussi nous avons vu la population de Paris rester indifférente à un bombardement dont les effets étaient disproportionnés avec les moyens mis en œuvre, à cause des dimensions mêmes du but. Les souvenirs classiques du siège de Lille prouvent également que les bombardements n'agissent pas toujours sur les défenseurs pour leur enlever le courage et la gaieté. D'autres fois, il a suffi de hisser une pièce sur le haut d'une colline réputée inaccessible à l'artillerie, pour déterminer la reddition immédiate de la forteresse placée au pied. Les exemples sont malheureusement trop récents, pour qu'il soit utile de les citer. Le maréchal Gouvion Saint-Cyr en donne un qui est frappant :

Les Français étaient contrariés de ne pouvoir employer contre la position des ennemis le secours si efficace de l'artillerie; cependant, pour obtenir au moins un effet quelconque sur leur moral, ils avaient préparé la veille quelques rampes, au moyen desquelles on put, dans la nuit, avec le secours des paysans et à force de bras, monter *une pièce de quatre* sur la pointe d'une montagne élevée qui plonge sur le village de Nothweiler et dominait la position des Autrichiens. On fut dispensé de monter des caissons, car les femmes patriotes des environs et surtout celles du village de Wingen voulurent se charger de porter les munitions.

(Ces préparatifs faits, Gouvion Saint-Cyr donna le lendemain matin le signal du combat par une série de mouvements offensifs, auxquels les ennemis ripostèrent vivement, de sorte que les troupes françaises durent reculer, puis tenter de nouveaux retours en avant.)

Jusque-là, on avait espéré attirer l'ennemi hors de sa bonne position par des attaques faites alternativement sur sa droite et sur sa gauche, dans le dessein de l'engager davantage et de l'amener, s'il était possible, à faire un mouvement offensif; mais alors on perdit tout à fait cette espérance. L'adjudant général Saint-Cyr, qui commandait les nôtres, savait déjà bien que les affaires trop longues ne conviennent point aux Français : il se décida à aborder promptement l'ennemi.

Jusqu'alors on n'avait point encore répondu par du canon à celui de Piaskewitz : Saint-Cyr, dans ce moment, démasqua la pièce de quatre montée avec tant de peine sur la montagne en face de Nothweiler. Certainement, quoiqu'elle tirât à belle portée, le feu d'une pièce de quatre est peu imposant; mais l'ennemi était loin d'en attendre là, et ce qui surprend à la guerre fait toujours un grand effet. C'était sans doute un bien pauvre moyen : eh bien, il agit grandement sur le moral de l'ennemi qui voyait en même temps déboucher les colonnes qui avaient été jusqu'alors masquées avec soin et quelques pièces de canon ou obusiers qui accouraient au galop de derrière la ferme de Litschoffen, avec la cavalerie de la division, c'est-à-dire une compagnie de chasseurs et quelques gendarmes.

L'ennemi ne savait plus quelle contenance tenir; malheureusement son hésitation fut trop courte et il prit le parti de la retraite. Il essaya de la faire en ordre et sembla vouloir défendre le terrain pied à pied, mais la nature de ce terrain s'y opposait. L'instant d'après, ce n'était plus une retraite, mais une déroute complète, une fuite à toutes jambes, qui dura le reste de la journée et une grande partie de la nuit qui la suivit.

Ainsi donc l'artillerie agit vivement sur l'esprit des troupes. Certains militaires veulent même que ce soit là son unique rôle. Ils en appellent à la statistique qui établit que le feu des canons détruit dans une campagne cinq fois moins de monde que la fusillade. Si on conserve l'artillerie qui produit si peu d'effet, c'est — ajoutent-ils — qu'elle compense cette insuffisance par la supériorité de son influence morale, influence que l'infanterie n'avait qu'à un moindre degré et qu'elle n'a prise que depuis peu dans les *tireries* des troupes ottomanes.

§ 3. *Force restante.* — Il y a encore une autre raison : c'est qu'au point de chute, les effets matériels de l'obus et de la balle sont différents, leur travail n'est pas le même.

La nature du métal, la vitesse restante, la masse du projectile, sa forme, son angle d'incidence, sont autant de facteurs dont dépend son action meurtrière ou sa force de pénétration. C'est déjà quelque chose que de pouvoir porter la mort, à deux lieues de distance fût-ce fortuitement. C'est un avantage (en style militaire, s'entend, et non en langage de philanthrope) à inscrire à l'actif du canon. Le fusil, avec la meilleure volonté du monde, ne fera de mal à personne à trois kilomètres, parce qu'il ne porte pas jusque-là.

Autrefois les balles lancées sans force n'étaient dangereuses qu'au début de leur course. Qui n'a lu fréquemment dans l'histoire des guerres du XVII[e] siècle que tel général avait trouvé après la bataille des balles arrêtées dans l'épaisseur de son vêtement ou même dans sa perruque. Nous n'en sommes plus là : on peut très légitimement redouter d'être atteint par une balle, à une distance de 2000 mètres. Le mouvement de rotation produit par les armes rayées contribue à donner de la gravité aux blessures au moins chez les hommes, car les chevaux sont rarement mis hors de combat par des balles lancées des portées extrêmes du tir.

Quant au matériel, on peut dire qu'à bout portant même, il n'est pas endommagé par la mousqueterie.

Il en est tout autrement avec les projectiles en fonte de l'artillerie : sur leur passage, ils tuent les chevaux ou démolissent des roues de voiture, crèvent des toits ou abattent des murs. Leur vitesse restante en un point peut n'être pas de beaucoup supérieure à celle de la balle, mais leur masse est plus considérable, le métal dont ils sont faits est plus dur. Le plomb s'aplatit, la fonte perce. S'agit-il de bouleverser un épaulement, l'obus s'y présente normalement, s'y enfonce profondément et éclate en disloquant les talus et en couvrant les hommes abrités derrière, d'un mélange de pierres, de terre et de fragments de métal.

Il éclate. C'est là son caractère propre. La balle va en aveugle, comme on l'a lancée, ne faisant de mal que juste où elle passe : elle n'a pas d'initiative en quelque sorte. On a pu dire que l'obus d'aujourd'hui en a, que c'est un outil véritable qui, mis en œuvre par le canon, travaille ensuite pour son compte. Pour démolir un mur, il perce le trou de mine, y apporte la charge et la fait détoner.

Si on veut simplement l'employer contre du personnel, il fournit un certain nombre d'éclats en se fragmentant et lance les balles qu'il contient : ce sont autant de projectiles qu'il éparpille avec une force qui s'ajoute encore, au moins pour un certain nombre d'entre eux, à sa vitesse restante,

formant ainsi une gerbe meurtrière ayant parfois un demi-kilomètre de long.

On n'emploie pas les balles explosives : la convention de Genève en a interdit l'adoption. Ces projectiles ne sont pas, en effet, destinés à se fragmenter en l'air et à donner une gerbe pouvant atteindre plusieurs hommes ou du moins augmenter le champ battu. Elles sont le plus souvent organisées de telle sorte qu'elles éclatent dans la plaie qu'elles ont faite. Avec ces balles, il n'y aurait, pour ainsi dire, plus de blessure qui ne fût mortelle. Les philanthropes ont trouvé cette nécessité barbare. Il est vrai que de plus philanthropes encore prétendent qu'on perpétue les guerres en imposant aux nations des formes de combat trop adoucies. Mais ce n'est pas là notre affaire.

§ 4. *Précision.* — L'efficacité du tir est intimement liée au degré de précision de l'arme, c'est-à-dire au plus ou au moins de certitude qu'a un bon tireur de loger toutes ses balles dans le même trou sur la cible.

Le même fusil, tiré deux fois de suite par le même homme, dans des conditions en apparence identiques, ne fait pas décrire au projectile des chemins rigoureusement pareils : la trajectoire du second coup ne coïncide pas avec celle du premier. C'est que les conditions ne sont réellement pas identiques comme elles semblent l'être. Le poids de la poudre, celui de la balle — pour nous en tenir à ces deux éléments, qui ne sont pourtant pas les seuls, tant s'en faut — ne sauraient être mesurés avec une exactitude rigoureuse et absolue. Dans le chargement des cartouches et la fabrication des projectiles, on est bien amené à admettre de légères variations dans la qualité et la quantité. Industriellement on ne saurait obtenir l'identité en quelque sorte géométrique des produits, et la perfection consiste non pas à supprimer entièrement, mais à réduire au plus juste les tolérances de fabrication, c'est-à-dire les limites entre lesquelles peuvent osciller les dimensions et les données caractéristiques, soit de la poudre, soit du projectile, soit même de l'arme ; car, malgré la perfection du travail mécanique, on ne saurait espérer non plus une identité parfaite entre tous les fusils sortant d'une même manufacture, à plus forte raison, si l'approvisionnement est constitué par des établissements producteurs distincts.

Donc, un même fusil entre les mains du même tireur donnera des résultats quelque peu divergents, même si les circonstances générales restent suffisamment fixes, si le temps ne se modifie pas, si le vent ne vient pas à s'élever, si le tireur garde le même calme, si son œil ne se fatigue pas, si son éducation professionnelle a été dirigée avec assez de soin pour que la part d'erreurs qu'il apporte fatalement, pour que son « équation personnelle » soit, d'une part, aussi faible que possible, et, d'autre part, bien connue et bien déterminée.

Car l'homme aussi apporte son contingent de défaillances. Il n'est pas non plus une machine parfaite. Soit que son œil ne mette pas bien exactement en ligne droite le but, le guidon et la hausse, soit qu'il ne tienne pas l'arme bien carrément, qu'il cède, au moment du recul, à la force du choc que reçoit son épaule, soit que les influences extérieures le troublent, et que, par exemple, le mode d'éclairage du fusil, la position du soleil par rapport à lui produisent ces illusions d'optique qui sont si fréquentes et si bien connues des chasseurs, le tireur ajoutera ses causes déviatrices à celles qui sont en quelque sorte inhérentes à l'arme.

C'est ce qui a fait dire que plus une arme a de précision, plus elle exige de qualités chez ceux qui ont à s'en servir, au point que tel personnel médiocre tire souvent moins bon parti d'un fusil excellent que d'un grossier. Tout le monde sait que tel mauvais cavalier n'irait pas loin avec un cheval de sang entre les jambes, qui, sur une baridelle, parviendra tant bien que mal au terme du voyage. Il n'en faut pas conclure qu'il faille composer des escadrons de rosses, mais bien qu'il est important d'avoir de bons cavaliers, qui, sur des chevaux excellents, sinon sur des pur-sang, formeront une cavalerie parfaite.

Sans vouloir donner à toute l'infanterie des armes d'une précision extrême, qui sont trop coûteuses et qui exigent des soins trop minutieux — on se contente de les réserver à des troupes d'élite — on se propose de lui donner des armes, qui, avec des tireurs exercés, produisent un bon résultat. Les canons et les fusils des armées européennes actuelles ont une très remarquable justesse. Le fusil Gras de notre infanterie met la moitié de ses balles sur une cible verticale placée à 1 kilomètre dans un cercle de $1^{m},24$ de rayon. A près de 7 kilomètres, le canon de 90 met la moitié de ses projectiles sur le sol dans un rectangle de 50 mètres de longueur et de 16 mètres de largeur environ.

Une telle précision, étonnante pour ceux qui se rappellent les canons d'il y a douze ans et les fusils se chargeant par la bouche, exige une grande perfection de la mise en œuvre, c'est-à-dire une instruction très soignée des fantassins et des pointeurs de l'artillerie, une évaluation très approchée de la position du but et de son éloignement, et enfin une connaissance approfondie de l'arme qu'on emploie, de ses défauts, de ses vices, de ce qui constitue son *régime,* car si tel pointeur a une tendance à viser un peu haut, tel canon, par suite de sa conformation, peut lancer ses projectiles plus à droite ou plus à gauche que tel autre. « Avant tout, dit le *Manuel de l'instructeur de tir,* le tireur doit bien se persuader que les hausses sont réglées pour l'ensemble des armes et des cartouches, pour une température moyenne et un temps calme ; que ces circonstances ne se présentent que très rarement ; qu'il doit s'identifier avec son fusil, le connaître assez pour régler son tir en tenant compte des résultats qu'il a obtenus antérieurement et des circonstances atmosphériques du moment. »

L'artilleur, plus que le fantassin, est en position d'utiliser la précision de son arme, parce qu'il peut avoir l'instruction professionnelle, parce qu'il peut connaître aisément la distance du but, et parce qu'il peut toujours savoir quelles sont les tendances particulières de sa bouche à feu.

Il n'y a, en effet, que six canons dans une batterie : il suffit qu'il y ait six bons pointeurs — mettons dix, pour avoir un

fonds de réserve — et on est assuré d'obtenir des six canons toute l'efficacité possible. Dans une compagnie, fût-elle complète sur pied de paix, et les soixante-six soldats qu'elle compte à l'effectif normal fussent-ils d'excellents tireurs, les cent quatre-vingt-quatre réservistes qu'elle reçoit au moment de l'entrée en campagne seront armés de fusils avec lesquels ils ne se seront pas « identifiés », et qu'il ne leur sera guère donné d'étudier, car on n'a pas à compter sur des tirs à la cible à cette époque, et les feux du champ de bataille ne sauraient servir à l'instruction individuelle. On peut donc compter que des deux cent cinquante machines que la compagnie a à mettre en œuvre, la moitié ne fournira aucun rendement effectif.

Le reste n'en fournira pas un bien considérable non plus, car la justesse du fusil ne sera pas utilisée, la plupart du temps, par suite de l'émotion du combat, qui se traduit par un tremblement nerveux, c'est-à-dire par des oscillations de l'arme, si elle ne va pas jusqu'à produire des inadvertances du genre de celles qu'on voit même aux manœuvres, malgré la surveillance incessante des cadres, qui, sur le champ de bataille, ne sauront pas toujours se faire entendre, à supposer qu'ils gardent leur sang-froid. C'est ainsi qu'une hausse est indiquée aux tirailleurs au moment du déploiement; mais cette hausse, il faut la changer quand la chaîne fait un bond en avant, ou que l'objectif sur lequel on tire se déplace de son côté. Il arrive bien souvent qu'on n'en tienne pas compte et que rien ne vienne indiquer au soldat qu'il a à modifier sa hausse, car le fantassin ne voit pas ce qu'il fait — nous expliquerons tout à l'heure pourquoi — et il n'est pas averti des erreurs qu'il peut commettre.

On cite, en général, comme exemple remarquable du trouble des soldats d'infanterie sur le champ de bataille, ce qui s'est passé dans la guerre de sécession des États-Unis avec des tireurs improvisés comparables à ce que seront nos réservistes. Il résulte du rapport publié par le ministre de la guerre que, sur 27 574 fusils ramassés sur le champ de bataille de Gettysburg, 2400 étaient encore chargés. La moitié environ contenait *deux* cartouches (il s'agit là d'armes se chargeant par la bouche); un quart en contenait de trois à dix; le reste n'en avait qu'une. Dans plusieurs on trouva de deux à six balles avec une charge de poudre. Dans quelques-uns, la balle était en arrière et la charge en avant. Dans d'autres, on trouvait jusqu'à six cartouches introduites sans être déchirées. Dans une seule carabine rayée, on trouva vingt-trois charges placées régulièrement!

Ainsi, le trouble ou l'ignorance, si ce n'est même l'inintelligence, peut être assez grand pour qu'on s'imagine tirer, tandis que les coups ne partent pas! On peut concevoir que, même en dehors de ces cas exceptionnels, l'émotion soit préjudiciable à l'exactitude du tir exécuté avec une arme tenue à bout de bras. « Bien faire partir le coup, dit le règlement, constitue la plus grande difficulté du tir. Il est à peu près impossible d'obtenir l'immobilité absolue de l'arme et du corps pendant le pointage. La ligne de mire décrit des lacets autour du point visé. »

Bien viser consiste à diminuer l'amplitude de ces lacets; bien tirer consiste à saisir le moment favorable pour faire partir le coup. Ces deux opérations exigent du calme et une certaine lenteur; on les facilite en prenant un point d'appui qui donne de la fixité à l'arme et diminue le mouvement d'oscillation du fusil. C'est pourquoi le tir à genou, le tir couché, devenus faciles depuis la suppression de la baguette, c'est-à-dire depuis l'adoption du chargement par la culasse, sont en si grand honneur aujourd'hui; c'est pourquoi on recommande même d'embrasser avec les derniers doigts de la main gauche les branches d'un arbre ou tout autre soutien analogue, au moment où on met en joue, de façon à éviter les mouvements du bras gauche que la fatigue de la marche, sans parler de l'énervement du combat, font fatalement trembler un peu, comme l'indique le *Manuel de l'instructeur de tir*. Pour peu que la main bouge, le coup est dévié, la précision de l'arme est perdue.

Pareille cause d'erreur n'est pas à craindre avec le canon, qui repose sur un affût, support fixe, solide, et, pour dire le mot, matériel, qui ne participe pas à l'émotion, qui est inaccessible au trouble. Les servants groupés autour de lui sont eux-mêmes plus en mesure de conserver leur sang-froid que le tirailleur isolé livré à lui-même. Le canon est un grand seigneur entouré d'une demi-douzaine de domestiques : ce que l'un ne fait pas, l'autre le fait, sous la surveillance du majordome, c'est-à-dire du chef de pièce. Il n'y a pas à craindre qu'on introduise une charge à l'envers ou qu'on prenne une hausse pour une autre. Le fît-on, on en serait averti par la chute même du projectile.

On voit, en effet, si l'obus tombe en avant du but ou en arrière. Dans le premier cas, le nuage de poussière qu'il soulève en touchant terre ou la fumée qu'il produit en éclatant masque le point qu'on vise. On peut donc régler son tir, rectifier les erreurs commises dans une première appréciation rapide de la distance, et, à partir de ce moment, on peut admettre que toute la précision dont la bouche à feu est susceptible sera utilisée, grâce à sa fixité.

Le fantassin, au contraire, ne peut que rarement vérifier si les évaluations données par les stadias et les télémètres conviennent bien à son fusil: aux distances où il tire, à 600, 800, 1000 mètres, il ne voit pas s'il fait du mal à l'ennemi ou non. Il tire d'ailleurs sur des points mal définis, sur un coin de buisson où il a vu s'agiter quelque chose, sur une levée de terre d'où il a vu sortir un flocon de fumée. Quand le quelque chose ne s'agite plus et qu'il ne s'élève plus de flocon de fumée, il en conclut qu'il a touché le but. Mais en est-il sûr? D'autres que lui ont probablement choisi le même objectif et c'est un d'eux peut-être qui a fait fuir ou fait taire l'ennemi supposé. C'était bon, lorsqu'on tirait à 200 mètres, de voir chanceler l'adversaire qu'on avait ajusté. Aujourd'hui, il faudrait presque à chaque soldat un télescope pour qu'il pût juger de la sûreté de son tir. Les capitaines d'artillerie en ont un qu'ils emploient pour observer les coups de leur batterie, coups que d'ailleurs ils font partir successivement, afin de ne pas mêler les résultats d'une pièce et ceux d'une autre. Un commandant de compagnie ne pourrait régler son tir qu'en faisant tirer par salves, à son commandement,

tous ses hommes étant groupés en ligne, ce qui est une formation proscrite. La gerbe des 200 ou 250 balles lancées simultanément soulèverait peut-être un peu de terre ; si la chaîne ennemie était atteinte et gravement désorganisée, on le reconnaîtrait à la cessation de son feu, à son désarroi, à son mouvement rétrograde, à l'arrivée des soutiens ou des renforts ; mais il faudrait que la gerbe fût compacte et tombât drue, bien ensemble, pour produire un effet marqué. Or ce résultat est à espérer d'autant moins que le feu par salves comporte — en lui-même — de graves causes d'erreurs : le soldat, au commandement : *Feu!* fait partir le coup, sans saisir le moment opportun, car il n'est plus libre de le choisir. Il est d'autres circonstances qui contribuent à rendre ce genre de tir encore moins précis : le soldat, par exemple, ne peut pas « préparer sa détente », etc.

Mais ce sont là des circonstances dont l'énumération et la définition nous mèneraient trop loin. Ce qui a été dit doit suffire pour amener à cette conclusion que la précision théorique du canon est toujours à peu près complètement utilisée, grâce au concours des servants, à la surveillance effective et immédiate des officiers et sous-officiers, grâce aussi à la facilité qu'on a de se rendre compte des effets qu'il produit, grâce enfin à l'immobilité du support matériel, de l'affût. Au contraire, la justesse du fusil est dans une très grande proportion perdue ou gaspillée.

Si on voulait pousser la comparaison plus loin encore, on pourrait dire que l'excellent tireur dont l'arme est mise hors de service et qui ramasse le fusil d'un homme mort ne saura pas en utiliser toutes les qualités, parce qu'il n'en connaît pas le régime particulier et qu'il ne peut pas facilement s'en rendre compte, tandis qu'un pointeur tirera un bon parti de n'importe quel canon, parce que les autres servants, les officiers ou sous-officiers de la batterie le renseigneront sur les habitudes, si on peut dire, de cette bouche à feu. A défaut de la tradition orale, il pourra recourir à des documents écrits, car on a — pendant un temps, du moins — tenu pour chaque pièce une sorte de livret de conduite indiquant la façon dont elle se comportait dans les tirs d'expérience et aux écoles à feu. Mais ce serait sans doute pousser le parallèle à l'extrême et vouloir trop prouver.

Ce qu'on a vu jusqu'ici, c'est qu'on a deux machines dont l'une a un fort rendement, l'autre un rendement relativement insignifiant : c'est par la quantité seulement qu'on pourra produire un effet satisfaisant. C'est une des causes de la grande supériorité numérique de l'infanterie qui compense le peu de précision de ses balles par leur grand nombre, l'infériorité numérique des canons étant compensée par la précision des obus et les effets de leur éclatement.

§ 5. *Vitesse du tir.* — Les deux machines — pour conserver la métaphore de tout à l'heure — ont à produire un travail dans un temps donné. Comme l'a dit Rustow, une bouche à feu parfaite à tous égards, mais qui ne lancerait qu'un projectile à chaque quart d'heure, ne tiendrait pas devant des arcs et des frondes.

La question de temps a donc ici son importance (1).

Elle doit se décomposer en deux, qui sont relatives à la durée de la mise en train de la machine et à sa vitesse de marche. Depuis le moment où l'ordre arrive de faire occuper telle position par de l'artillerie ou de l'infanterie, jusqu'au moment où la troupe commandée vient s'établir sur l'emplacement prescrit, depuis l'instant où elle s'y est établie jusqu'au moment où elle ouvre le feu, depuis le commencement du tir jusqu'à ce qu'on soit dans la nécessité de le cesser, il s'écoule un certain laps de temps variable avec les circonstances sans doute, mais variable surtout avec l'arme employée. De la transmission des ordres, de la mobilité de l'arme dépend la longueur de la première partie : nous en avons dit assez sur ce point.

Ce qui nous intéresse, c'est de savoir le temps qu'il faut pour ouvrir le feu et pendant combien on pourra le soutenir. Dans l'artillerie, l'ouverture de feu comporte certaines lenteurs. Les servants ont à se grouper autour des pièces, à séparer l'affût de son avant-train, à disposer l'appareil de pointage, à courir aux caissons, à y prendre les charges, à les apporter et à les introduire dans la chambre. Pendant ce temps, s'il n'a pu le faire plus tôt, le capitaine mesure la distance à l'aide des instruments dont il dispose et braque sa lunette pour observer les coups et régler ainsi le tir, opération lente, faite coup par coup, méthodiquement et poursuivie jusqu'à ce que le but à atteindre se trouve vers le centre de groupement des points de chute. On y arrive par tâtonnements, après avoir encadré le but entre des coups courts et des coups longs qu'on rapproche petit à petit jusqu'à réduire leur intervalle au minimum compatible avec le degré de précision que comporte l'engin employé.

Ce procédé est long, mais il assure l'efficacité du tir. Au contraire, pour la fusillade, on n'y fait pas tant de façons et, dès qu'ils sont en place, les tirailleurs commencent le feu, ou du moins peuvent le commencer. Cette promptitude est comparable à la célérité avec laquelle l'épicier pèse une livre de sucre, tandis que le chimiste reste un quart d'heure devant sa balance pour arriver à savoir le nombre de milligrammes que pèse un petit résidu qu'il a recueilli. Ils ont raison chacun d'en agir ainsi.

Le temps pendant lequel le feu peut être soutenu dépend de la quantité des munitions dont on dispose et des fatigues qu'impose le maniement de l'arme. S'agit-il d'un fusil, c'est à la fois la fatigue de l'œil obligé de chercher très rapidement le but souvent fugitif, aperçu dans les déchirures de la fumée, celle du bras gauche qui supporte le fusil et celle de l'épaule droite qui, à tout coup, éprouve un choc violent, — sans parler de la lassitude générale provenant d'une longue marche ou de l'énervement qui, après avoir surexcité, abat ou, comme on dit, aplatit le soldat.

Au bout de deux minutes d'un tir ininterrompu, à 15 ou 20 coups par minute, « le meilleur tireur, dit le commandant Ortus, manquerait un bataillon à 100 mètres » ; d'autre part,

(1) Elle a déjà été récemment traitée dans la *Revue* (n° 7, du 18 février 1882) au point de vue spécial des armes de l'infanterie.

ses munitions seraient vite épuisées, — celles qu'il porte sur lui, bien entendu, — et il lui faudrait suspendre son feu et recourir aux cartouches du caisson de bataillon, mode de ravitaillement toujours précaire. Un quart d'heure de tir soutenu à 5 ou 6 coups par minute suffit pour qu'il consomme ses 78 cartouches.

Une batterie de 90, approvisionnée à 154 coups par pièce, pourrait, avec ses seules ressources, soutenir pendant deux heures et demie consécutives, sans désemparer, un tir ajusté et nourri à la vitesse d'un coup par pièce et par minute. Chaque obus donnant, au bas mot, cent fragments, la batterie donnera en une minute autant de projectiles, et avec plus de précision, qu'une ligne de cent tirailleurs lançant six balles à la minute. Et, malgré la fatigue des servants obligés de la ramener en batterie par des mouvements à bras, très durs dans certains terrains, lorsque les roues en reculant y ont creusé de profondes ornières, malgré l'épuisement des pourvoyeurs obligés de courir des caissons aux pièces avec de lourdes charges, puis d'élever le projectile à hauteur de la culasse, ce tir peut être maintenu à peu près sans aucune interruption à cette allure calme et réglée, mais non lente.

Voilà donc encore une propriété bien caractéristique du feu de l'artillerie, et une différence nettement tranchée entre les deux armes, au point de vue de ce que je serais tenté d'appeler leurs *longévités* respectives.

L'énorme supériorité de l'artillerie, sous ce rapport, provient encore de ce qu'elle *s'use,* comme on dit, beaucoup moins vite que l'infanterie. En effet, cent tirailleurs ne soutiendraient pas longtemps une fusillade aussi vive contre un adversaire qui naturellement leur répondrait sur le même ton, sans éprouver des pertes bientôt fort sérieuses. Or, dans l'infanterie, chaque homme qui tombe, c'est un fusil de moins qui tire, c'est une diminution dans l'intensité du feu qui s'affaiblit ainsi graduellement. Une batterie occupant le même front, au contraire, pourrait perdre bien du monde avant que l'intensité de son feu ne s'en ressentît. Outre que deux et même trois servants sur huit pourraient manquer à chaque pièce sans que la vitesse du tir se ralentît sensiblement, la batterie peut puiser dans sa réserve des hommes en même temps que des munitions, hommes qui n'ont pas d'autre destination que de venir prendre la place de leurs camarades disparus, ce qui n'est pas le cas de l'infanterie, où les renforts et soutiens ont un rôle tactique spécial à jouer. De sorte que, pussent-ils même en se dégarnissant homme à homme, maintenir au complet la chaîne des tirailleurs, la puissance totale de la compagnie n'en sera pas moins notablement diminuée. (*Les Feux de l'artillerie,* p. 42.)

IV.

CONCLUSIONS.

Après avoir entendu le plaidoyer de l'artillerie et celui de l'infanterie, on sera sans doute embarrassé pour donner la préférence à l'une ou l'autre de ces deux armes. On sera tenté de les renvoyer dos à dos ou plutôt mieux : réconciliées, la main dans la main, unies et fortifiées par leur union. L'infanterie a toujours été proclamée la reine des batailles : l'artillerie se contente d'occuper à ses côtés une modeste place de prince consort. Toutes deux doivent faire bon ménage.

Toutes deux, en effet, se prêtent un mutuel appui, comme faisaient l'aveugle et le paralytique de la Fable.

Une armée qui n'aurait que du canon serait plus ou moins harcelée et sans doute détruite par la mousqueterie ennemie. Si elle n'avait que des fusils, les obus de l'adversaire démoliraient ses abris, iraient troubler ses cantonnements et désorganiseraient ses formations.

Il faut de l'une et de l'autre : si les batteries forment l'ossature du champ de bataille, suivant l'image consacrée, les compagnies en constituent la musculature. On ne vit ni sans os ni sans chair.

Une armée aura toujours des canons et des fusils, comme un chasseur emporte de la chevrotine et de la cendrée pour pouvoir à volonté tirer la grosse bête ou descendre de petites pièces, mais il ne fait pas à une alouette l'honneur de son gros plomb. Un général ne fera pas non plus l'honneur de ses obus à quelques tirailleurs disséminés. Aussi l'artillerie passe-t-elle pour une arme aristocratique qui ne se dérange pas pour tout le monde, en agissant à la façon du molosse, dont parle Pline, qui refusait de bouger quand on le mettait en présence d'hyènes et de loups et n'acceptait de lutter que contre des tigres et des lions.

Il n'en est rien : si l'artillerie ne fait rien en ce cas, c'est qu'elle ne peut rien. C'est impuissance et non dédain. On sait que le canon n'a pas prise sur les haies de fil de fer : il est également presque inoffensif contre les formations tactiques à claire-voie du combat moderne. En revanche, la balle vient s'enterrer sans produire aucun effet dans les levées de terre derrière lesquelles s'abritent les soldats et que bouleverserait un obus.

En ne voulant reconnaître dans le canon qu'un fusil en plus grand, on commettrait une erreur du même genre qu'en considérant une contrebasse comme un violon de dimensions doubles ou triples, ou un homme comme un enfant de forte taille.

Rien n'est moins juste. Si on a compris ce qui précède, on a dû voir que le canon et le fusil sont deux armes bien distinctes, non seulement dans leur forme, mais encore dans leur mode d'emploi, non seulement dans leur intensité, mais encore dans la nature de leurs effets. Et on s'expliquera pourquoi il est impossible de tirer une conclusion catégorique du parallèle établi entre elles, de dire — par exemple — que l'une est plus utile que l'autre.

Empruntant encore une métaphore au rédacteur du *Journal des sciences militaires,* on peut affirmer que jamais menuisier ne s'est demandé lequel vaut mieux, d'une façon absolue, de sa scie ou de sa varlope. Il ne se préoccupe que de connaître exactement la nature du travail qu'il peut et doit demander à chacun de ces deux outils, pour les employer rationnellement à l'occasion. Tous deux ont cela de commun qu'ils servent à débiter du bois ; mais ce n'est pas une raison pour qu'il y ait lieu de les comparer. L'un ne fera que fort mal le travail de l'autre. Qui les emploierait sans discernement n'avancerait guère sa besogne et par surcroît gâterait ses outils.

S'il faut des varlopes et des scies dans un atelier, la proportion des unes et des autres ne saurait être forcément égale et constante. Le prix d'achat, le genre de travail qu'il

présume devoir exécuter le plus habituellement détermineront à faire prédominer la quantité de tels de ces outils d'une quantité variable avec les ressources du menuisier, suivant la localité dans laquelle il est établi, etc.

C'est ainsi que la proportion de canons par mille hommes (c'est là l'unité employée) ne saurait être fixée définitivement. On peut seulement dire qu'elle tend à s'accroître et il n'est pas utile d'expliquer pourquoi. Les raisons doivent en apparaître bien clairement à présent. Mais cette proportion doit pouvoir varier. Elle ne doit pas être, en Tunisie, ce qu'elle serait dans une guerre européenne, — ni avec des réservistes ce qu'elle est avec de vieilles troupes.

Pourtant le nombre des pièces de chaque corps d'armée est rigoureusement déterminé : il est d'environ 120 pour 25 000 hommes. On a eu raison d'adopter une répartition uniforme, attendu qu'on ne saurait tout prévoir. Il est vrai qu'on peut être pris au dépourvu. N'est-ce pas ainsi que les cantines médicales constituées surtout en vue du pansement des blessures n'ont pu rendre presque aucun service dans les expéditions où, sans coup férir, les troupes ont été décimées par les maladies épidémiques? Mais, au moment du besoin et suivant les circonstances, un chef saura tirer un parti convenable des deux armes et donnera ainsi de l'élasticité à une constitution en apparence rigide, à condition qu'il connaisse bien les propriétés de l'une et de l'autre.

Ce sont ces propriétés que nous avons essayé d'indiquer dans cet article.

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Lettre de M. de Lacaze-Duthiers.

Dans le dernier numéro de la *Revue scientifique*, le nouveau programme du baccalauréat ès lettres, partie des sciences naturelles, a été énergiquement défendu.

Il m'est bien difficile de ne pas vous adresser quelques mots à ce sujet, et voici pourquoi.

Je pourrais presque dire que mon élection au Conseil supérieur de l'instruction publique s'est faite sur ce programme, et je dois ajouter que, par cela même, mon premier acte, dans le Conseil, a été de déposer sur le bureau un vœu ayant pour objet de demander la revision d'un programme, dont je l'avoue, je ne songe guère, pour mon compte, à prendre la défense et cela pour beaucoup de raisons.

Je n'ai jamais causé avec des professeurs chargés d'enseigner ce programme ou avec mes collègues des facultés chargés d'interroger sur lui, sans avoir entendu, à l'unanimité, critiquer l'étendue et la nature de quelques-unes des questions qu'il renferme.

Pour celui qui doit enseigner et pour celui qui doit interroger, il y a autant de difficulté à mettre en pratique cette partie du deuxième examen du baccalauréat ès lettres.

Qu'est-ce alors pour les élèves ?

Je le répète, les avis dont j'ai pris connaissance dans la correspondance que j'ai eue au moment de l'élection de décembre 1881 sont unanimes; et c'est comme représentant des Facultés des sciences au Conseil supérieur, en raison même des nombreuses protestations qui m'étaient parvenues, que j'ai cru de mon devoir de déposer le vœu dont je viens de vous parler.

Il serait sans doute fort désirable que les jeunes gens en entrant dans le monde, après leur sortie des écoles, eussent la plus grande somme possible de connaissances. Ce désir, je le partage et je suis autant que qui que ce soit pour le progrès. J'applaudis autant qu'homme du monde au développement très grand qu'on cherche à donner aux études d'histoire naturelle, beaucoup trop reléguées jusqu'ici au dernier plan des études classiques.

Mais cependant comme en toutes choses il faut considérer la fin — et dussé-je être traité dédaigneusement de téléologiste, de réactionnaire en zoologie, de partisan de la vieille école opposée à tout progrès, je déclare que je suis un peu comme Chrysale : aussi, j'estime qu'il faut songer d'abord au nécessaire, sauf à s'occuper plus tard de l'étendue des connaissances d'agrément, en un mot, du superflu.

Cela me conduit à me demander d'abord à qui s'adresse ce programme de la philosophie et qui doit en connaître le développement pour en faire l'application? Mon Dieu, en posant ces questions je suis utilitaire, je le suis même beaucoup et je ne m'en repens point; car, en somme, les progrès de la société sont dus pour beaucoup à la juste mesure des connaissances acquises par ses membres.

Sans doute il sera très intéressant, pour des hommes qui passeront pour fort instruits, parce qu'ils auront pleine connaissance du programme dont je demande la revision, de pouvoir discuter sur les *types nettement définis ou moins bien définis du règne animal*. Certainement l'éducation conduite jusqu'à ce degré pour tous les bacheliers serait une excellente chose; mais, vraiment, je ne vois pas clairement quelle utilité il peut y avoir pour de futurs avocats à savoir ce qu'est un *tunicier*, à pouvoir démontrer qu'un *échinoderme* est un type moins bien défini qu'un *mollusque* ou qu'un *cœlentéré*.

Je ne veux pas cependant nier qu'il n'y ait quelque intérêt pour l'avocat de Marseille et de Montpellier ou des villes du littoral méditerranéen à savoir que le *Violet* ou *Bichu*, dont il se régale, est un tunicier; que le corail, dont il aura peut-être à défendre le fabricant ou le pêcheur dans telle ou telle circonstance, est un cœlentéré, type mieux défini que les tuniciers. Mais au fond, je crois qu'il ne gagnera pas grand'chose à connaître ces deux noms de plus, et en pratique, son bénéfice intellectuel sera médiocre, alors que pour apprendre ces choses il aura eu quelques difficultés, si j'en juge du moins par les examens que j'ai pu faire subir à des élèves, cependant bien préparés, sortis des lycées de Paris et appartenant à des classes dont les professeurs, pleins de zèle et d'instruction, enseignent parfaitement et comptent déjà de nombreux succès au grand concours. Faut-il le répéter? quelques-uns de ces mêmes professeurs m'avouaient avoir trouvé

des difficultés grandes à résumer et à enseigner des choses aussi difficiles à des jeunes gens même très intelligents.

Me permettrez-vous d'ajouter que, pouvant avoir quelque habitude de l'enseignement de la zoologie, puisque je l'ai professée dix années dans les facultés de province, autant à l'École normale supérieure, quatre années au Muséum et quatorze dans la chaire de la Sorbonne, enfin faisant passer des examens depuis déjà bien longtemps, j'ai toujours trouvé de la difficulté à faire comprendre, schématiquement même, le type des tuniciers, taxé de moins bien défini, je ne sais pourquoi, dans ce programme? Cependant on ne peut guère demander mieux comme auditoire que ceux de la Sorbonne et de l'École normale supérieure. Aussi j'avoue très humblement que je n'oserais pas *m'engager pour ma part à développer le programme devant des auditeurs sans instruction première d'un cours ouvrier*. Sans doute parce qu'il me faudrait encore un peu plus de pratique de l'enseignement de la zoologie.

La connaissance des notions générales et succinctes relatives aux helminthes ou parasites me paraît d'une utilité bien plus facile à démontrer et d'un intérêt bien plus grand pour les jeunes élèves, que bon nombre des questions du programme, telles que celles se rapportant à l'histologie ou à la physiologie, questions un peu fortes peut-être pour des bacheliers ès lettres.

Il est des connaissances qu'on peut appeler de première nécessité, auxquelles on doit consacrer le temps si limité de l'enseignement avant de s'occuper des connaissances accessoires.

Quand un professeur n'a qu'un nombre d'heures fort restreint à consacrer à l'enseignement des sciences naturelles, il paraît difficile pour lui de prendre pour modèle l'enseignement de l'École normale supérieure, comme on semble le lui conseiller. Car, bien que cet enseignement soit encore élémentaire et loin d'être égal à ce qu'il est pour les autres branches des sciences dans cet établissement, toujours est-il hors de toute proportion avec celui des lycées.

Avec aussi peu de temps qu'on en a dans les lycées, il faut choisir les choses les plus utiles aux élèves, les plus nécessaires; or elles sont loin d'avoir toutes la même importance au point de vue utilitaire où je me place, et une sélection devra être faite par le professeur, sélection toujours difficile, car les questions sont trop largement indiquées sans qu'une précision suffisante en indique les limites.

Prenons, par exemple, la première question :

L'individu.

Quelles limites donnera à sa définition le professeur que les heures réglementaires obligent?

Il sera fort embarrassé, et d'autant plus qu'il aura lu davantage sur la question, ainsi qu'on le lui recommande. Car il s'agit bien ici sans doute d'une définition à donner; or, pour cela, la difficulté est extrême et j'en trouve la preuve dans les réponses qui m'ont été faites, sur cette question même, par des candidats sortant de différents lycées où l'enseignement est cependant fort bien fait.

Un élève me répondait, en prenant pour point de départ de sa définition des considérations fort générales, qu'il existe dans les derniers degrés de l'échelle du règne animal des êtres formés de petites masses protoplasmiques isolées et constituant des individus; puis, remontant de degré en degré, il arrivait, sans s'en rendre peut-être un compte exact, à la notion d'individualité pour chacun des éléments histologiques des animaux supérieurs. Que devenait alors pour lui l'idée d'individu prise dans le sens ordinaire du mot? Là commençait l'embarras qui était la conséquence d'un enseignement fait sans des développements suffisants.

Mon intention n'est pas ici de juger cette théorie. Ce n'est pas le lieu.

Je veux seulement montrer que si l'on entre dans de telles considérations sur l'individu, on prévoit que des questions secondaires se présenteront en nombre considérable, tout aussi difficiles à discuter et à analyser les unes que les autres, et j'ajoute, tout aussi peu nécessaires à l'éducation d'un futur avocat ou d'un futur fonctionnaire.

Ces questions secondaires sont la conséquence même de l'économie du programme, car il est évident que la définition de l'individu ne se borne pas à celle qu'ont donnée les inventeurs de l'espèce, comme on les appelle dédaigneusement, inventeurs, soit dit en passant, qui étaient de bien grands naturalistes comparés à nos vulgarisateurs du jour; en effet, plus bas, au treizième alinéa du programme, on trouve ces mots :

Individus isolés. — Individus agrégés.

Il s'agit bien là évidemment des formes diverses que présente l'individualité dans le règne animal.

Qu'on le remarque, le mode d'enchaînement des questions est pour beaucoup dans l'étendue que l'on peut se croire obligé de donner à leur développement.

N'est-il pas évident que ces termes, ainsi posés :

L'individu; — problème de l'espèce,

sont corrélatifs les uns des autres?

Or, quand on dit : *problème de l'espèce,* ce n'est pas de la définition linnéenne dont on veut parler, mais bien évidemment de la négation ou de l'affirmation de l'espèce; question qui, pour être résolue, — et comment le sera-t-elle? — nécessite comme facteur la notion approfondie de l'individu.

Comment le jeune professeur d'histoire naturelle, car il va y avoir beaucoup de jeunes professeurs d'histoire naturelle, pourra-t-il discerner sans de grandes difficultés, souvent insurmontables pour lui, ce qu'il devra présenter à ses élèves dans une question aussi complexe, qui agite les plus grands esprits et sur laquelle on a tant écrit? La réponse de l'élève, rappelée plus haut, ne prouve-t-elle pas que l'enseignement pourra varier à l'infini sur des questions aussi controversées?

Étant utilitaire, je l'ai avoué, je me demande à quoi pourront bien servir au futur avocat, au futur notaire ou administrateur ces notions abstraites et théoriques? De même que la plupart de celles ayant trait à l'histologie, à l'histoire des tissus, etc. Ces questions abondent dans le programme.

Ainsi la connaissance des parties des plantes et de leur or-

ganisation se borne, pour ainsi dire (ici il faut citer textuellement), à l'histologie.

« *Tissus considérés : dans la tige,*
— *dans la racine,*
— *dans la feuille,*
— *dans l'anthère,*
— *dans l'ovaire.* »

J'avoue, bien ingénument sans doute, quoique ou parce que peut-être j'ai été forcé par notre organisation déplorable à certains égards des Facultés des sciences, à professer la botanique, qu'il ne me serait jamais venu dans la pensée de faire l'histoire des tissus des organes de la plante, sans avoir, au préalable, défini tout au moins ces organes, afin d'apprendre à les reconnaître pour savoir où chercher, dans leur intérieur, les tissus qui les composent.

Je crois qu'il faut, dans les programmes, laisser moins qu'on ne l'a fait à l'initiative des parties intéressées; la précision des limites des questions doit être le caractère de celles qu'il faut enseigner et de celles qu'il faut apprendre. Sans cela, on en a la preuve trop fréquente quand on fait des examens, à un titre vague correspondent toujours des connaissances et, par conséquent, des réponses plus vagues encore.

Je vous disais en commençant que, pour être pratique et pour juger de la valeur des questions des programmes, il fallait rechercher d'abord à qui elles devaient être adressées, afin de savoir en quoi elles pouvaient être utiles par leur application. Eh bien, le programme qui nous occupe, pris dans son ensemble, me paraît, ainsi qu'à un très grand nombre de mes collègues des facultés des sciences, dont je ne suis ici que l'écho, comme je l'ai été au conseil supérieur, présenter d'un côté des lacunes regrettables, et de l'autre être trop étendu en certains points.

Ainsi voilà des hommes du monde, avocats ou fonctionnaires dans des administrations qui ont réclamé d'eux le diplôme de bachelier ès lettres, qui pourront connaître ce que sont les échinodermes, mais qui n'auront aucune idée des phases de la lune, de la cosmographie la plus élémentaire, la plus usuelle, de celle que chacun doit connaître; dans aucune des parties du programme des sciences on ne trouve une trace de ces notions que l'enseignement primaire ne néglige pas. Un bachelier ès lettres, *fabriqué* d'après le programme, peut donc ignorer que la terre tourne autour du soleil. La chose paraît si extraordinaire que, dans la crainte de faire erreur, je parcours une fois encore le programme en vous écrivant ces lignes.

On me dira, je le sais bien, que dans l'enseignement officiel des lycées il doit être traité de ces matières.

Il ne peut y avoir d'équivoque sur ce point.

L'examinateur n'a pas à demander autre chose que les matières consignées dans les programmes, et l'élève peut se refuser à apprendre ce qui ne sera pas exigé de lui. J'en appelle à ceux qui ont pratiqué les examens, et eux seuls sont bons juges dans la question, Dieu sait si les élèves et les professeurs voués à la préparation des grades s'en tiennent exclusivement au strict nécessaire pour être reçu.

Prenons un autre exemple.

Dans aucune partie du programme de mathématiques on ne trouve une indication relative à l'arpentage — je crois que pour un avocat, un notaire, pour un homme d'affaires enfin, appelé souvent à présider à des partages, à régler des affaires de famille, quelques connaissances fort élémentaires, mais précises sur ces matières seraient plus utiles que l'histoire du pied et du manteau des mollusques.

Il ne s'agit pas ici, qu'on le remarque, de nier l'utilité des connaissances générales : tout ce qui est appris est tôt ou tard utile. Je reste d'accord sur ce point; mais, quand le temps manque pour arriver à savoir tout ce qui est indispensable à cette époque de la vie où le jeune homme a pris une décision et choisi sa carrière, il faut exiger de lui, non tout ce qu'il est utile en général de connaître, mais ce qui est spécialement utile. Pourquoi lui faire apprendre des choses qui ne lui sont pas nécessaires, au détriment de celles qui lui sont indispensables? Tel est le cas de la cosmographie et de l'arpentage opposé à l'histoire des mollusques, des échinodermes et des tuniciers.

Voici un fait encore très important à signaler.

Si l'on compare le programme du baccalauréat ès sciences complet à celui qui vient d'être critiqué, que voit-on?

Tandis que l'un est trop chargé ou trop étendu au point de vue des sciences naturelles, l'autre présente l'absence absolument complète de ces sciences.

Aussi arrive-t-on à des résultats fort curieux qui vous frapperont comme ils m'ont frappé.

N'est-il pas singulier tout d'abord de voir demander au bachelier ès lettres les sciences naturelles quand on n'en demande pas du tout au bachelier ès sciences?

Tous les ans, à l'ouverture de mes laboratoires de la Sorbonne, j'ai l'habitude de donner une composition afin de reconnaître quel est le degré d'instruction des élèves venant se préparer à la licence ès sciences naturelles ou même à l'agrégation. Cette année, sur le nombre très grand des inscrits, plusieurs se sont récusés devant la question fort simple, cependant, que j'avais donnée, alléguant avec juste raison qu'ils avaient simplement le diplôme de bacheliers ès sciences complet, et qu'en qualité de bacheliers ès sciences ils n'avaient pas eu à s'occuper d'histoire naturelle.

Voilà donc des jeunes gens qui commencent leur préparation à la licence ès sciences naturelles et même à l'agrégation, pour laquelle on n'exige que le titre de bachelier ès sciences complet, lequel ne suppose aucune connaissance en zoologie, en botanique et en géologie; tandis que le bachelier ès lettres qui est supposé avoir des connaissances en histoire naturelle ne peut aborder la licence ès sciences naturelles!

N'y a-t-il pas là une condition tout à fait anormale et une bien étrange contradiction, montrant avec la dernière évidence que les programmes tels qu'ils ont été faits ne répondent pas au but qu'on cherche cependant à atteindre?

La raison de ces conditions fâcheuses est facile à reconnaître.

Ces programmes ont été faits comme on ferait une collection de questions utiles à connaître en général, sans se soucier le moins du monde de l'utilité spéciale aux diverses carrières pour lesquelles on réclame le diplôme.

Ce n'est pas ainsi qu'il fallait agir.

Il fallait chercher d'abord quel était le but que se proposait le bachelier, et c'étaient les choses utiles au point de vue de ce but qu'il fallait réunir dans les programmes. C'est, je le répète de nouveau, pour ne s'être pas posé cette question : qu'est-il utile que sache un bachelier ès lettres pour arriver à telle ou telle carrière, qu'on lui a demandé trop, tandis que, ne se faisant pas davantage cette même question pour le bachelier ès sciences, on ne lui a pas demandé assez?

Une conclusion se dégage clairement de cette courte analyse : les programmes doivent être revisés, et j'ajoute que dans ma conviction intime on n'arrivera à rien de bien, en tant que réforme, si l'on ne modifie complètement l'économie des examens.

A mes yeux, il est une certaine somme de connaissances en lettres et en sciences que tout citoyen doit posséder en entrant dans le monde, et j'aimerais à voir qu'un *premier diplôme,* sérieusement acquis et donné, fût demandé à tous sans distinction pour arriver à un grand nombre de positions, et qu'il fût toujours exigé pour aborder les vrais baccalauréats, les baccalauréats spéciaux. Ce diplôme devrait être suffisant pour entrer dans une foule de carrières, car il représenterait un savoir nettement défini et plus fort que celui qu'on acquiert dans l'enseignement primaire, que celui surtout que possèdent de mauvais bacheliers.

Je voudrais ensuite des baccalauréats spéciaux et indispensables pour arriver aux études spéciales.

Un baccalauréat *ès sciences mathématiques et physiques* répondrait bien mieux que le baccalauréat ès sciences complet actuel, à l'admission aux concours des écoles spéciales du gouvernement et aux licences ès sciences physiques ou ès sciences mathématiques.

Un baccalauréat *ès sciences physiques et naturelles* ouvrirait la voie de la licence ès sciences naturelles et des études spéciales de la médecine et de la pharmacie.

Pour les carrières qui viennent d'être indiquées, on demande trop ou trop peu avec les baccalauréats d'aujourd'hui.

Pourquoi demander une égale somme de savoir en mathématiques à des candidats se destinant les uns aux mathématiques, les autres aux sciences naturelles et réciproquement?

Ces modifications dans l'économie des examens en entraîneraient de plus importantes encore.

Les programmes bien conçus, bien développés, pourraient être plus sévèrement appliqués, parce qu'ils seraient plus simples et plus spéciaux; ils conduiraient pour le baccalauréat ès sciences physiques et naturelles du moins à la possibilité de *supprimer l'enseignement des sciences accessoires dans les écoles de médecine.*

C'est là une mesure fort radicale, je n'en disconviens pas ; mais elle est nécessaire, et elle devra être prise tôt ou tard. Il faut donc oser la considérer en face et s[illegible] parer.

Le jeune homme qui arrive dans l'école de m[illegible] et j'ajoute, doit immédiatement aborder les études [illegible]cales. Une année passée, comme cela a lieu aujourd'hui, à faire des études de botanique, de chimie et de physique est une année perdue pour la médecine proprement dite. D'ailleurs, chacun le sait, ce n'est qu'à son corps défendant que l'étudiant s'occupe de ces sciences, et il ne s'en occupe que tout juste assez pour pouvoir passer ses examens, et non, dans le plus grand nombre des cas, pour en savoir quelque chose.

Ces matières reviennent par trois fois dans les examens d'aujourd'hui, condition déplorable et la mieux faite pour lasser le jeune homme qui, remettant d'un examen à l'autre l'étude de matières qui l'obsèdent comme un cauchemar, apprend le moins possible ces sciences dites accessoires, qu'il considère d'ailleurs comme lui étant absolument inutiles.

J'ai la ferme conviction que si l'examen du baccalauréat représentait l'équivalent sérieux du premier examen proprement dit des sciences accessoires de la médecine, en dehors de leur application s'entend, et s'il était sévèrement passé, les jeunes gens se diraient : Nous ne pourrons arriver à l'étude de la médecine, que nantis de ce diplôme; il faut travailler à l'acquérir; et alors les études classiques des lycées y gagneraient beaucoup, car les élèves étudieraient certainement ce qu'ils sauraient leur être indispensable, et le niveau de l'enseignement s'élèverait. Est-il besoin d'ajouter que les jeunes gens apprendraient beaucoup mieux à ce moment ces sciences dites accessoires, qui doivent former la base première de l'éducation du médecin, parce que, n'ayant pas franchi les portes de l'école, leur attention ne serait pas encore détournée par l'objectif unique, la médecine, qu'ils ont dès qu'ils sont étudiants?

On peut affirmer qu'il n'est pas un élève en médecine voulant exercer l'art de guérir, c'est-à-dire être médecin praticien, qui ne considère les sciences accessoires comme sans valeur et parfaitement inutiles pour son avenir, et cela parce qu'il est dans l'école, et qu'il se croit déjà médecin.

Cette réforme est l'une des plus capitales qui puisse être proposée : osera-t-on l'accepter?

Il faut cependant songer à l'accomplir, car elle devient possible, aujourd'hui que l'agrégation des sciences naturelles a été rétablie, et que les moyens de travail sont multipliés de toutes parts afin de former des professeurs.

Quand elle sera réalisée, j'ai la conviction qu'on verra se former dans les lycées ou dans les cours des facultés des sciences des jeunes gens ayant une somme de connaissances acquises bien supérieure à celles qu'ils possèdent aujourd'hui et pour aborder immédiatement l'étude de l'anatomie ou de la physiologie et du malade, sans avoir à s'occuper d'histoire naturelle, de chimie et de physique en arrivant dans les facultés de médecine.

Les critiques que je vous adresse sur les programmes du

baccalauréat ès lettres portent moins sur la forme de quelques questions, vous le voyez, que sur le fond même de l'économie de notre enseignement.

Dans l'organisation de l'instruction publique telle qu'elle existe, toutes les parties se relient d'une façon si intime que l'on ne peut toucher aux unes sans être conduit à modifier les autres. C'est ainsi que les réformes dans l'enseignement supérieur seront intimement liées aux modifications à apporter dans l'enseignement secondaire — et réciproquement.

Dans cet aperçu rapide, ayant un but bien déterminé, il ne m'est pas possible de vous entretenir de quelques idées que, peut-être à un moment, je vous demanderai de développer dans votre revue, sur l'autonomie des Facultés, sur les attributions des diverses branches de l'enseignement supérieur à Paris, etc.

Comme je vous le disais en commençant, ayant pris l'engagement de demander au Conseil supérieur, où m'a appelé la confiance de mes collègues des facultés des sciences, la revision du programme du baccalauréat ès lettres, partie des sciences naturelles, je ne pouvais garder le silence.

Que deviendra le vœu déposé? A-t-il été renvoyé à l'examen de la section permanente? La direction de l'instruction publique étant changée, modifiera-t-elle, acceptera-t-elle ma demande? Je ne saurais prévoir la réponse. J'avais promis, j'ai tenu ma parole.

Voilà ce que je désirais que les professeurs des facultés des sciences, qui sont nombreux parmi vos lecteurs, pussent connaître par la voix de votre revue.

H. de Lacaze-Duthiers,
De l'Institut,
Membre du Conseil supérieur
de l'instruction publique.

ANTHROPOLOGIE

Sur la formation actuelle d'une race dans les monts Tatras.

Dans notre précédent article consacré à l'état de l'anthropologie en France, nous avons examiné les résultats que les méthodes actuelles appliquées à l'étude des races avaient fournis et pouvaient fournir. Nous avons montré leur extrême insuffisance et prouvé qu'avec la prétention d'embrasser toutes les sciences, les anthropologistes de profession ne s'occupaient guère que de mesurer des crânes et des squelettes; que la plupart des mensurations demandées aux voyageurs étaient entièrement inutiles (1) et faisaient perdre à ces derniers un temps précieux. Nous avons fait remarquer qu'il était puéril de croire qu'on connaît quelque chose d'un peuple parce qu'on a mesuré quelques ossements, que des études beaucoup plus importantes s'imposent à l'attention des voyageurs. Nous sommes enfin arrivés à cette conclusion que, pour réunir sur l'état physique, intellectuel et social des races humaines des documents précis et comparables entre eux, il y avait urgence à rédiger sous forme de questionnaire des instructions très simples.

L'approbation que les anthropologistes les plus autorisés ont bien voulu donner à ces idées, et la faiblesse des critiques formulées contre elles par des crâniologues de profession, peu soucieux de voir divulguer l'inutilité de leurs recherches, n'ont pu que nous confirmer dans les principes que nous avons exposés. Laissant de côté actuellement les considérations théoriques, nous allons aborder le côté pratique de la question et rechercher comment l'anthropologie peut être abordée en voyage. En attendant que les instructions dont nous parlions plus haut existent, nous croyons utile d'indiquer quelles sont — d'après notre expérience personnelle — les indications qu'un voyageur peut facilement réunir sur une agglomération humaine visitée par lui. Il est évident que suivant les connaissances spéciales du voyageur

(1) En constatant que la plupart des mensurations anthropologiques effectuées depuis vingt ans au prix d'un labeur considérable sont inutiles, et que le temps ainsi perdu pourrait être beaucoup mieux employé, je n'ai fait que dire tout haut ce que beaucoup d'anthropologistes pensaient tout bas. Devant l'évidence, les plus endurcis en sont réduits à confesser publiquement leurs vieilles erreurs. Je trouve un exemple curieux de ces confessions dans le dernier numéro des *Bulletins de la Société d'anthropologie*. « Savez-vous seulement, écrit un ancien préparateur de Broca, que les mensurations que nous envoient les « voyageurs et qui produisent tant d'effet sur ceux qui « se bornent à les regarder, sont lettres mortes, parce que nous « n'avons rien dont on puisse les rapprocher ». L'auteur ajoute que, faute de base d'opération, « nous irons au hasard, ignorant ce que « valent et ce que donnent nos systèmes d'opérations, les mesures « que nous prendrons en voyage seront stériles et n'aboutiront qu'à « une perte de temps ». Quant aux mensurations crâniennes, le même auteur les juge de la façon suivante : « Aujourd'hui c'est le crâne qui a la vogue; conduit « par des idées *a priori* issues de la « phrénologie sur les relations topographiques du crâne et du cerveau, « on a cru qu'il donnerait les meilleurs caractères pour distinguer « les races. C'est une erreur. »

Ce zèle féroce de néophyte brisant ses anciennes idoles fait un peu sourire, mais il est difficile de le partager. La plupart des mensurations sont inutiles assurément, mais il en est certainement quelques-unes telle que celle de la taille qui ne le sont pas. Vouloir rejeter en bloc l'emploi des méthodes exactes en anthropologie et se borner aux impressions produites par l'aspect extérieur, c'est revenir de plusieurs siècles en arrière et professer un dédain un peu trop cavalier pour les travaux de Broca. Il est vraiment attristant de voir la facilité avec laquelle certains élèves de l'éminent maître, tout en parlant sans cesse de leur admiration pour lui, ne perdent pas une occasion d'attaquer indirectement son œuvre. Ce n'est pas assurément du vivant de Broca qu'on eût fait les déclarations que je citais plus haut, et qu'on lui eût contesté d'avoir été le véritable créateur de la crâniométrie qu'on prétend maintenant avoir plusieurs siècles d'existence. Il semble que Broca présageait ce qui attendait sa mémoire lorsque, dans son dernier travail, il retraçait l'histoire de la crâniologie et montrait ce qu'elle était avant lui. Ce n'est pas sans tristesse, je le répète, que nous assistons à ce spectacle, et c'est certainement au même sentiment qu'obéissait l'ancien président de la Société d'anthropologie, le savant professeur Dally, lorsque, dans une publication récente, il s'étonnait de voir l'auteur, dont je reproduisais plus haut des extraits, publier une « fâcheuse imitation » d'un travail de Broca où le nom de l'auteur n'était même pas mentionné.

et les populations observées, les questions à étudier pourront être fort différentes; mais, pour chaque peuple, il y a un fonds commun que le lecteur dégagera facilement et qu'il importe de connaître. Ce n'est du reste qu'à titre de suggestion que nous donnons les indications qui vont suivre.

Deux mots d'abord des circonstances qui m'ont amené à faire l'étude dont je vais m'occuper maintenant.

Des circonstances particulières m'ayant déterminé, au retour d'un voyage en Russie, à visiter les monts Tatras, région très curieuse et cependant fort peu connue de nos compatriotes, puisque, au dire des montagnards les plus âgés, j'étais le premier Français ayant parcouru le pays, j'y trouvai un territoire habité par un petit peuple entouré de tous côtés de montagnes escarpées et presque inaccessibles, au delà desquelles existent des nations parlant des langues différentes de celle des montagnards et avec lesquelles ces derniers ne s'unissent pas. Exclusivement adonnés au brigandage il y a moins d'un siècle, ils sont aujourd'hui très laborieux et très honnêtes. Malgré un climat si dur qu'il faudrait presque remonter jusqu'à l'extrême nord de l'Europe pour en trouver un semblable, malgré un sol très infertile, malgré un régime alimentaire vraiment lacédémonien, puisque l'avoine, le lait et l'eau en forment à peu près les seuls éléments, les montagnards dont je parle vivent dans un état de prospérité remarquable. Par leur intelligence très vive, leurs aptitudes artistiques et littéraires, aussi bien que par leur aspect extérieur, ils se distinguent nettement de leurs voisins, placés cependant dans des conditions d'existence beaucoup plus heureuses.

Je me demandai naturellement d'où cette population curieuse pouvait venir, quelles influences de croisement ou de milieu avaient pu lui donner naissance, pourquoi, malgré des conditions d'existence si difficiles, elle présentait une supériorité si grande.

Les rares travaux publiés sur ces montagnes et que j'avais étudiés avant mon voyage étaient tout à fait muets sur ces questions. Les mémoires écrits sur les Tatras, et notamment le travail fondamental publié dans les *Mittheilungen* par Koristka (de Prague) il y a quinze ans, ne traitaient que de la géographie physique. Il me sembla intéressant de rechercher la solution du problème qui se présentait devant moi.

Le résultat de ces recherches est consigné dans un mémoire qui va paraître dans les *Bulletins de la Société de géographie de Paris* (1). Le lecteur qui voudra le parcourir verra comment on peut très facilement, avec les ressources dont dispose un voyageur, arriver à une connaissance suffisante de l'état physique, intellectuel, moral et social d'un peuple, comment il m'a été possible de différencier nettement la population observée des populations voisines et comment, après avoir reconstitué son passé avec les ressources de l'anthropologie, de la psychologie et de la linguistique, il a été facile de mettre en évidence les influences de croisement, de sélection et de milieu qui ont donné naissance à la race actuelle. Voulant simplement donner l'idée des résultats fournis par les méthodes très simples auxquelles j'ai dû avoir recours, je me bornerai à un résumé succinct de chaque chapitre.

Géographie et ethnographie des Tatras. — Avant d'aborder l'étude d'un peuple, il importe de connaître d'abord le sol où il vit, son milieu, les populations qui l'entourent et qui ont pu l'influencer. De tels documents fournissent des éléments d'information précieux et mettent sur la voie des recherches à effectuer. Nous avons donc commencé par un examen rapide du pays. Nos premières pages sont consacrées à la géographie des Tatras, montagnes qu'on ne peut comparer pour leur beauté et leur aspect sauvage qu'aux plus pittoresques régions de la Suisse. Le lecteur s'en convaincra facilement en examinant, dans le journal *le Tour du monde* de dernière année, les reproductions des photographies que nous avons exécutées dans le pays.

C'est au pied de ces montagnes que se trouve le territoire appelé Podhale, où sont situés les villages habités par le petit peuple dont nous entreprenions l'étude. Ce territoire est entouré d'une ceinture de montagnes difficilement accessibles, en sorte que les Podhalains y sont presque aussi isolés que s'ils habitaient une île perdue dans l'Océan.

Au point de vue ethnographique, leur isolement est également complet. Au delà de la couronne de montagnes dont il vient d'être parlé se trouvent des peuples divers : Ruthènes, Slovaques, Magyars, Allemands, etc., parlant des langues différentes de celle des Podhalains (1) et avec lesquels ces derniers, comme le prouve l'examen des registres des paroisses, ne s'unissent pas. Ce n'est que sur la frontière nord du pays que les Podhalains se trouvent en relation avec des individus connaissant leur langue.

Ce même chapitre contient divers documents sur le chiffre des habitants du Podhale et les peuples fort divers qui l'entourent. Il est accompagné d'une carte de la région au bas de laquelle nous avons essayé de donner une idée exacte de la configuration du pays, au moyen d'un système particulier de panorama géométrique à plans parallèles que nous avons dressé avec le concours de M. l'ingénieur Roginski. C'est un moyen de représenter le relief d'un pays qui intéres-

(1) Il a été fait un tirage à part de ce travail que nous tenons à la disposition des personnes que la question pourrait intéresser.

(1) La langue parlée par les Podhalains est le polonais avec des formes un peu vieillies. L'idiome parlé par les Slovaques se rapproche assez du polonais, pour que les deux peuples arrivent rapidement à se comprendre; mais il se rapproche encore plus du morave et du tchèque, langues parlées actuellement dans une grande partie des anciens royaumes de Moravie et de Bohême. Il en résulte que c'est en réalité la même langue qui se parle entre Prague, Pesth et Varsovie. Le polonais, le slovaque, le morave et le tchèque étant aussi rapprochés du ruthène que le français est rapproché de l'italien, et le ruthène, langue parlée par 15 millions d'individus, ne différant pas beaucoup du russe, on voit qu'en réalité aucune langue européenne ne se parle sur une étendue de territoire aussi vaste que la langue slave. Si, comme on l'a prétendu très à tort, une race pouvait se définir en disant qu'elle est l'ensemble des populations parlant une même langue, aucune race ne pourrait prétendre égaler par l'importance la race slave en Europe.

sera, je pense, les géographes. Les seuls procédés qu'ils possèdent actuellement, en effet, pour exprimer le relief du sol sont, comme on le sait, les courbes de niveau, les hachures et les panoramas perspectifs. Les premiers ne donnent une idée du relief d'un pays qu'en exécutant d'abord le travail très long et nécessaire pour les transformer en profils. Les hachures ne donnent qu'une notion très fausse de la hauteur réelle des montagnes. Les panoramas perspectifs déforment tellement les objets qu'on ne peut les admettre que comme procédé de représentation pittoresque.

Avec notre panorama géométrique, nous avons donné du reste un panorama perspectif d'une des parties les plus intéressantes des Tatras, exécuté au moyen de photographies que nous avons prises dans le pays. Le panorama perspectif montre les choses comme on les voit, mais comme elles ne sont pas. Le panorama géométrique, qui ne déforme pas les objets, les montre comme ils sont réellement, mais comme on ne les voit pas. On peut sur ce dernier effectuer toutes les mesures qu'on exécuterait sur le terrain lui-même. Rien de semblable n'est possible sur le premier.

Le milieu. — Après quelques indications relatives à la géologie du pays, à la flore, à la faune et au climat, nous recherchons si le milieu où séjournent les Podhalains ressemble à celui où vivent les populations voisines ou s'il en diffère. Cette étude comparative montre nettement que le Podhale diffère de toutes les régions voisines par un climat très rigoureux, par une infécondité du sol qui oblige les habitants à un régime alimentaire tout à fait spécial, et enfin par des conditions chimiques ou physiques, difficiles à définir nettement dans l'état actuel de la science, mais dont le résultat visible est que le goître, qui sévit sur toutes les populations voisines du Podhale, est inconnu dans cette région. L'influence qu'a pu produire ce milieu spécial sur la formation de la race vivant dans le Podhale est étudiée dans un autre chapitre.

Conditions économiques et sociales d'existence. — Après avoir recherché les anciennes conditions d'existence des habitants du Podhale, constaté la généralité du brigandage à une époque peu reculée et les aptitudes que ce genre de vie a dû créer, nous avons examiné les conditions actuelles. L'état de la propriété, de l'agriculture et de l'industrie, le régime alimentaire des montagnards, leurs ressources, leurs dépenses, l'état de la famille, les mœurs, etc., ont été étudiés tour à tour. Ne pouvant dans ce résumé entrer dans aucun détail sur ces différentes questions, nous nous bornerons à appeler l'attention sur le régime alimentaire. Il est du reste facile à décrire, car l'alimentation se compose presque entièrement d'avoine pendant l'hiver et exclusivement de lait de brebis sous une forme particulière pendant l'été. Avec un régime aussi sobre et un climat aussi rigoureux, les natures les plus vigoureuses peuvent seules résister. Sur les huit ou dix enfants que produisent la plupart des familles, un petit nombre seulement arrive à l'âge adulte. Il se fait ainsi à chaque génération une sélection naturelle qui ne laisse vivre que les individus les plus résistants.

Ce chapitre est terminé par une comparaison entre les conditions économiques et sociales d'existence des Podhalains et celles de toutes les populations voisines. Cette comparaison montre que malgré un climat beaucoup plus rude, un sol infiniment moins fécond, les Podhalains sont, tant au point de vue physique qu'au point de vue intellectuel, dans une situation beaucoup plus prospère que leurs voisins.

Psychologie de la race. — La description des aptitudes intellectuelles et morales d'une race donnant, à notre avis, des renseignements beaucoup plus importants que ceux fournis par la description de quelques squelettes, nous avons cherché à approfondir l'état psychologique des Podhalains. La constitution mentale d'un peuple dérivant surtout de son état passé, nous devions étudier cet état passé. Mais la petite population du Podhale est une de celles dont ne s'occupe pas l'histoire et nous avons dû avoir recours pour cette reconstitution à l'étude de ses légendes et de ses contes. Ce sont là des documents dont la science historique moderne commence à apprécier toute l'importance. Convenablement interprétés, ils jettent une lumière très vive sur la façon de penser et de sentir des peuples où ils ont pris naissance.

L'état psychologique des ancêtres des Podhalains ayant été reconstitué par les caractères des personnages de leurs légendes, nous avons étudié la constitution mentale de leurs descendants actuels, c'est-à-dire les particularités de leur caractère et de leur intelligence. Nous avons montré le développement de leur imagination et de leur amour du merveilleux, leurs aptitudes littéraires et musicales fort curieuses, leurs sentiments religieux, leurs superstitions, l'état de leur morale. L'étude de cette dernière nous a fourni une nouvelle preuve de ce fait sur lequel nous avons insisté dans notre dernier ouvrage (1), de l'indépendance complète existant entre le développement des sentiments religieux et la morale. A une époque peu ancienne, les montagnards s'adonnaient presque tous au brigandage, et cependant ils étaient extrêmement religieux. Le prêtre et le brigand étaient alors les puissances qui possédaient le plus de prestige. Le premier représentait les puissances célestes; le second, le personnage dont le pouvoir était le plus à redouter. Jamais on ne partait en expédition pour un pillage quelconque sans invoquer Dieu et les saints pour la réussite de l'entreprise. Les légendes qui courent le pays, notamment celle du brigand Janosik que nous avons rapportée, sont pleines des preuves de la protection que le ciel accordait aux brigands. On assure que l'antique église de Sainte-Anne, à Nowy-Targ, fut construite par des voleurs reconnaissants de la protection céleste obtenue pour une de leurs expéditions.

Caractères physiques de la race. — Les caractères psychologiques constatés chez les Podhalains les différenciant nettement des races environnantes, il était intéressant de recher-

(1) *L'Homme et les sociétés, leurs origines et leur histoire*, par le docteur Gustave le Bon, t. II, 1881.

cher si ces différences psychologiques correspondaient à des différences anatomiques.

Pour éviter toute discussion sur l'interprétation du mot race, si discuté aujourd'hui, nous lui avons donné le sens le plus généralement adopté et indiqué que nous entendons simplement par cette expression une réunion d'individus possédant des caractères communs se transmettant régulièrement par l'hérédité. Deux races seront différentes si les caractères transmis par l'hérédité y sont différents. Chez l'homme, comme chez les animaux, le titre de race ne peut être acquis que lorsque, par des croisements longtemps répétés, l'hérédité a fixé chez les individus vivant ensemble des caractères uniformes se reproduisant de père en fils avec régularité et constance. Les habitants des États-Unis ou les Français eux-mêmes formeront peut-être un jour une race : ils ne la forment pas encore. Trop de populations diverses mal mélangées les composent.

Nos mensurations anthropologiques ont porté sur 50 individus du sexe masculin (1). Les chiffres qu'elles ont fournis, et que nous reproduisons plus loin, nous ont donné les indications suivantes : taille petite, brachycéphalie très grande, crâne volumineux. La moitié des sujets observés avait des cheveux blonds, et le reste des cheveux châtains ou noirs ; 50 pour 100 avaient le nez droit, 30 pour 100 le nez aquilin.

Une étude qui a porté non seulement sur les individus que nous avons mesurés et photographiés (2), mais sur tous ceux que nous avons rencontrés, nous a conduit à reconnaître que les physionomies diverses observées chez les Podhalains des Tatras peuvent se ramener à deux types fondamentaux qu'on rencontre assez fréquemment à un état de pureté plus ou moins grand, et dont voici la description.

Le premier présente les caractères suivants : figure plate et ronde, à pommettes souvent saillantes, yeux bleus ou gris très rarement foncés, cheveux blonds ou châtains, presque jamais noirs, nez fréquemment retroussé.

Le second type, plus fréquent que le précédent, présente comme caractères généraux les suivants : figure généralement allongée, nez droit ou fréquemment aquilin (cette dernière forme est très rare chez les Polonais et les Ruthènes), yeux clairs ou foncés, mais le plus souvent clairs, cheveux présentant toutes les nuances depuis le blond clair jusqu'au noir le plus foncé. Infiniment rare chez les individus du premier type, cette dernière teinte se rencontre au contraire dans un tiers des cas chez les individus appartenant au second.

Le premier type que je viens de mentionner se rencontre fréquemment chez les races voisines, mais je considère le second comme spécial au Podhale, au moins en ce sens qu'il y est beaucoup plus fréquent que chez toutes les populations qui l'entourent.

L'association fréquente, dans chacun des deux types précédents, de caractères appartenant au type opposé (par exemple des yeux bleus et des cheveux noirs) prouve qu'ils sont depuis longtemps en voie de se mélanger. Nous en avons du reste la preuve bien nette par les formes intermédiaires qui relient les deux types extrêmes que nous avons décrits et qui sont de beaucoup les plus nombreuses. Quand ces formes intermédiaires seront en très grande majorité, les types fondamentaux d'où elles dérivent, et qui ne sont plus que des réminiscences ataviques déjà bien atténuées, auront disparu, et la race actuelle en voie de formation aura une homogénéité qu'elle tend à posséder, mais ne possède pas encore.

Mais, bien que cette homogénéité ne soit pas encore complète, elle l'est beaucoup plus cependant que chez la plupart des races que nous avons eu occasion d'observer. Quel que soit le type physionomique auquel appartiennent les habitants du Podhale, tous possèdent une brachycéphalie prononcée, et en même temps plus générale que chez les races voisines qui comptent 12 pour 100 environ de sujets non brachycéphales. Sur les 50 Podhalains observés, je n'en ai pas trouvé un seul qui ne fût pas brachycéphale. Quant au développement du volume du crâne, caractère fort important, car c'est un des plus sérieux de ceux qui séparent les races supé-

(1) Elles ont toutes été exécutées avec un simple mètre à ruban et l'instrument très simple facile à mettre dans la poche, que j'ai fait connaître sous le nom de *compas des coordonnées*. Chacun peut le faire construire facilement avec le modèle que j'en ai donné dans les *Bulletins de la Société d'anthropologie* et dans l'ouvrage que j'ai publié sous ce titre : *la Méthode graphique et les appareils enregistreurs, avec* 63 *figures dessinées en partie d'après des instruments nouveaux au laboratoire de l'auteur*.

(2) « La photographie, écrivait récemment un anthropologiste voyageur des plus distingués, le colonel Duhousset, s'impose aujourd'hui comme le base la plus correcte de toutes les études anthropologiques. Certainement que le bagage de l'appareil produisant instantanément la face et le profil d'un sujet serait moins encombrant que les outils volumineux donnant les proportions d'un crâne à 1 millimètre près. » L'importance de la photographie n'est plus niée aujourd'hui que par des crâniologues attardés, dont cet art rend le concours aussi peu utile que l'ont été les diligences après l'invention des chemins de fer. Il est puéril de contester l'utilité fondamentale d'un art dont tous les laboratoires d'anthropologie de l'Europe — un seul peut-être excepté — font journellement usage. Pour parler des déformations produites par les appareils de photographie, il faut être bien peu au courant des progrès réalisés dans la construction des lentilles aplanétiques depuis quelques années et des lois élémentaires de la perspective. La plupart des photographies étant faites dans un but artistique ne permettent pas évidemment de mensurations ; mais, pour pouvoir les utiliser dans ce but, il suffit d'observer quelques règles très simples sur la longueur du foyer des lentilles à choisir, sur la distance à laquelle doit se trouver l'individu à reproduire et sur les positions successives de face et de profil à lui donner. Dans certaines conditions faciles à observer, l'individu à reproduire peut être considéré comme une image sensiblement plane et les contours reproduits par la photographie sont aussi exacts que ceux des cartes géographiques réduites ou agrandies par la photographie, comme cela se pratique partout aujourd'hui. Pour obtenir des types d'individus rigoureusement exacts, c'est-à-dire des images perspectives se confondant sensiblement en pratique avec des projections géométriques, les règles sont infiniment plus simples que celles qui permettent de reconstruire exactement la forme géométrique des objets à plusieurs plans, comme cela se fait couramment maintenant et comme M. Civiale notamment l'a fait pour la chaîne des Alpes. Broca, qui comprenait fort bien l'utilité de la photographie, m'avait demandé à la fin de sa vie si je ne pourrais pas lui installer un laboratoire dans le local malheureusement trop étroit dont il disposait.

rieures des races inférieures, je n'y insiste pas maintenant, devant y revenir bientôt.

Il ne sera peut-être pas inutile de faire remarquer en passant que les caractères anthropologiques d'une race humaine quelconque n'ont de valeur que par suite de la façon dont ils sont associés et surtout par leur fréquence. Il n'y a guère de caractères dont on puisse dire qu'une race les possède d'une façon exclusive. Les plus accusés n'ont d'importance que par leur fréquence. Il n'y a pas que chez les Mongols et les Chinois qu'on trouve des yeux obliques, mais c'est chez ces peuples qu'on rencontre le plus grand nombre d'individus possédant de tels yeux. Par suite de sa fréquence, puis de son association avec d'autres particularités, comme la couleur de la peau, ce caractère acquiert au point de vue des classifications une grande valeur. De même pour toute autre particularité quelconque, le prognathisme ou la saillie des pommettes par exemple. De tels signes ne sont l'apanage exclusif d'aucun peuple puisque, en réalité, on rencontre chez tous les peuples des individus qui les possèdent. Leur fréquence seule et leur association constante avec d'autres caractères sont l'apanage de certaines races et permettent de distinguer ces races.

Différenciation de la race. — Après avoir déterminé les caractères anthropologiques de la race existant dans le Podhale, il restait à examiner les analogies et les différences qu'elle présente avec les populations voisines. Si nous constations des différences fondamentales permettant d'affirmer l'existence d'une race nouvelle, il nous restait ensuite à rechercher quelles conditions de croisement, de milieu ou de sélection ont pu déterminer sa formation.

Pour être concluant, notre travail de comparaison devait porter sur toutes les populations entourant le Podhale ; mais parmi elles, il en est quelques-unes, les Magyars et les Allemands, que nous pouvions éliminer tout d'abord. Ces peuples, assez éloignés des frontières mêmes du Podhale, forment des îlots isolés et diffèrent tellement des Podhalains par leur situation sociale et leur langue qu'ils ne s'unissent jamais avec ces derniers et sont par suite sans influence sur eux. Restaient les Juifs et les Polonais de la Galicie, les Ruthènes et les Slovaques du versant hongrois des Tatras. Répéter nos mensurations sur eux était inutile, car ce travail avait été fait pour les trois premiers peuples par un savant anthropologiste de Cracovie, le docteur Kopernicki. Je n'avais donc qu'à comparer mes mesures aux siennes pour voir apparaître aussitôt les analogies ou les différences pouvant exister entre les populations comparées.

Parmi les races mesurées par l'auteur que nous venons de citer, on ne trouve pas les Slovaques du versant sud des Tatras ; mais les différences existant entre les Podhalains et eux sont si manifestes qu'on les perçoit à première vue. Indépendamment des différences de langue, de régime alimentaire, de genre de vie, Slovaques et Podhalains présentent des différences extérieures considérables. Les Slovaques sont des individus de haute taille et de large stature, fort recherchés pour cette raison à l'époque où les régiments de grenadiers hongrois n'étaient composés que d'individus de taille gigantesque ; mais en même temps ils sont lourds et indolents. Les Podhalains sont au contraire de petite taille, de complexion plutôt grêle que robuste, en un mot d'une constitution bien moins vigoureuse que les Slovaques ; mais, au lieu d'être comme eux lourds et indolents, ils sont très vifs et très actifs. Les relations sont peu fréquentes du reste entre ces deux peuples ; ils vivent en assez mauvaise intelligence, et depuis fort longtemps ne se marient jamais entre eux. Les recherches spéciales faites à notre demande par M. Kopernicki dans les registres de l'état civil des villages frontières ne lui ont fait trouver aucun exemple d'union entre les Slovaques et les Podhalains.

Voici maintenant notre tableau de la comparaison faite entre les populations mesurées par M. Kopernicki et celle sur laquelle nous avons effectué des mensurations correspondantes. L'auteur ayant traduit ses chiffres en moyenne, nous avons dû faire comme lui pour rendre nos résultats comparables. Le lecteur qui voudra consulter le tableau donné un peu plus loin verra facilement à quel point les groupements en série donnent des résultats plus probants que les moyennes.

		Juifs.	Ruthènes.	Polonais de la Galicie.	Podhalains des Tatras.
		Centim.	Centim.	Centim.	Centim.
Crâne.	Circonférence crânienne moyenne	54,3	54,6	54,3	56,4
	Diamètre antéro-postérieur	18,3	18,2	18,0	18,5
	Diamètre transverse	15,3	15,2	15,2	15,9
	Indice céphalique	83,5	84,3	84,4	85,7
Cheveux	Blonds. Sur 100 sujets.	23,2	31,9	45,0	32,0
	Châtains id.	37,0	34,0	36,4	34,0
	Noirs id.	39,8	34,1	18,6	34,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Yeux.	Clairs. Sur 100 sujets	45,5	60,7	70,1	70,0
	Foncés id.	54,5	39,3	29,9	30,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Nez.	Droit. Sur 100 sujets.	59,6	68,1	67,4	50,0
	Aquilin id.	30,9	6,1	6,4	29,5
	Retroussé id.	9,5	25,8	26,2	20,5
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0
	Taille moyenne	162,3	164,0	162,2	159,4

Comme caractère très important à ajouter à ceux qui précèdent, mentionnons encore la fréquence relative des cheveux bouclés ou frisés (16 pour 100) chez les Podhalains, comparée à leur rareté extrême (0,34 pour 100) chez les autres Galiciens.

L'examen du tableau qui précède montre que les Podhalains présentent avec les diverses populations de la Galicie les principales différences suivantes :

Taille au-dessous de celle des autres Galiciens ;

Diamètres antéro-postérieur et transverse du crâne au contraire plus grands ;

Brachycéphalie un peu plus grande, mais surtout plus générale ;

Circonférence crânienne beaucoup plus grande ;

Proportion plus grande des cheveux noirs que chez les autres Polonais galiciens.

Proportion de nez aquilins considérablement plus élevée (près de 30 pour 100 au lieu de 6) chez les Podhalains que chez les Polonais et les Ruthènes; les Juifs seuls présentent une proportion aussi grande de nez aquilin ;

Cette proportion élevée de nez aquilins, si rares chez les Slaves, et surtout l'accroissement considérable des diamètres et de la circonférence du crâne, joints au type physionomique spécial que nous avons décrit et à la petite taille des Podhalains les différencient nettement des populations voisines. On peut formuler ces différences d'une façon frappante en disant qu'un Podhalain diffère autant des Polonais et des Ruthènes de la Galicie que ces deux peuples diffèrent des Juifs, c'est-à-dire d'une des races qu'il est le plus facile de distinguer de toutes les autres.

Les caractères précédemment mentionnés prouvent également qu'actuellement les Podhalains des Tatras ne sont nullement le simple résultat du croisement des populations qui les environnent aujourd'hui, puisqu'ils possèdent des caractères particuliers que ces races ne possèdent pas.

Sans doute, en ce qui concerne les nez aquilins, les Juifs en possèdent autant que les Podhalains ; mais leur influence n'est pas à examiner, puisque, moins en Galicie que partout ailleurs, et moins encore dans le Podhale que dans le reste de la Galicie, le Juif ne se mélange avec ses voisins. Les Podhalains ont d'ailleurs pour eux une horreur et un mépris profonds.

Parmi les différences que nous venons de signaler, une des plus importantes est le développement très grand des diamètres du crâne et de sa circonférence. Mis en présence de la supériorité intellectuelle des Podhalains, ce fait confirme ce que nous avons essayé de démontrer dans un autre travail, que les dimensions du crâne sont toujours en rapport avec l'état de l'intelligence, lorsque, négligeant les exceptions individuelles, on opère sur des séries.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus à ce point de vue. Il indique combien sur 100 individus donnés il y en a possédant des circonférences crâniennes de la dimension indiquée par la première colonne du tableau.

Une des colonnes de ce tableau a été faite avec les mensurations de 254 circonférences crâniennes de paysans galiciens des régions avoisinant la frontière nord du Podhale (districts de Limanowa et Zyvice), que M. Kopernicki a bien voulu extraire pour nous des registres de la section anthropologique de l'Académie des sciences de Cracovie. La colonne suivante a été calculée avec les 50 Podhalains mesurés à Zakopane au pied même des Tatras. Les deux dernières, dues également à des recherches personnelles, sont extraites de notre mémoire sur les variations de volume du crâne.

Circonférence crânienne.	Paysans galiciens voisins des Tatras.		Podhalains des Tatras.		Bourgeois parisiens.		Savants et lettrés parisiens.	
Centimètres.								
De 50 à 51	3,2	45,0	»	6,0	»	2,5	»	2,0
51 à 52	12,0		»		»		»	
52 à 53	13,2		»		0,6		»	
53 à 54	16,6		6,0		1,9		2,0	
54 à 55	20,0	49,5	8,0	52,0	6,2	44,7	4,0	28,0
55 à 56	18,6		20,0		14,0		6,0	
56 à 57	10,9		24,0		24,5		18,0	
57 à 58	4,5	5,5	22,0	42,0	24,5	52,8	36,0	70,0
58 à 59	0,4		18,0		14,9		18,0	
59 à 60	0,6		2,0		7,6		8,0	
60 à 61	»		»		5,8		8,0	
Total. . .	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Moyenne de la circonférence. .	54,2		56,4		57,1		57,6	

RÉSUMÉ DU TABLEAU PRÉCÉDENT.

	Galiciens voisins des Tatras.	Podhalains des Tatras.	Bourgeois parisiens.	Savants et lettrés.
Proportion sur 100 sujets de petites têtes.	45,0	6,0	2,5	2,0
Proportion sur 100 sujets de têtes moyennes	49,5	52,0	44,7	28,0
Proportion sur 100 sujets de grosses têtes	5,5	42,0	52,8	70,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

L'examen de tous ces chiffres fournit plus d'un enseignement. Nous y trouvons tout d'abord une vérification de cette loi énoncée par nous dans un précédent travail, que la situation hiérarchique d'une race est déterminée par le nombre plus ou moins considérable de cerveaux volumineux que cette race contient. Nos tableaux nous montrent en effet ceci : sur 100 paysans galiciens, il y en a 5 seulement dont la circonférence de la tête dépasse 57 centimètres ; sur 100 Podhalains, il y en a 42 ; sur 100 bourgeois parisiens, il y en a 53; sur 100 savants ou lettrés, 70.

Pour les très gros crânes, la proportion est peut-être plus frappante encore : chez les Galiciens il y a seulement un individu sur 100 dont la circonférence crânienne soit supérieure à 58 centimètres ; il y en a vingt pour 100 chez les Podhalains. Enfin, pour les crânes que l'on peut qualifier de gigantesques, on ne les rencontre plus ni chez les Podhalains ni chez les Galiciens, alors qu'il en existe huit pour 100 chez les savants et les lettrés. Le fait est d'autant plus caractéristique, que le nombre de savants et de lettrés parisiens sur lesquels avaient porté nos mensurations était précisément égal au nombre de Podhalains que nous avons eu occasion d'observer.

On voit encore par le tableau précédent qu'en même temps que les grandes circonférences crâniennes se montrent plus nombreuses, les petites circonférences deviennent plus rares : sur 100 Podhalains, il n'y en a que 6 dont la circonférence crânienne soit inférieure à 54 centimètres; sur 100 paysans galiciens, il y en a 45. Les différences existant entre les Po-

dhalains et les peuples auxquels nous les avons comparés sont bien plus éloquemment mises en évidence par ces chiffres qu'elles ne pourraient l'être par la comparaison des moyennes.

Le même tableau nous montre encore que les Podhalains forment, au moins en ce qui concerne la forme du crâne, une race beaucoup plus homogène que les montagnards polonais voisins. L'écart entre les circonférences crâniennes est en effet beaucoup plus grand chez les derniers que chez les premiers. Nous avons déjà signalé cette homogénéité sur un autre point encore plus important, la généralité de leur brachycéphalie.

Comme conclusion de ce qui précède, nous pouvons dire que les différences anthropologiques constatées entre les Podhalains et leurs voisins sont aussi grandes que celles constatées entre les races européennes que la science se croit le mieux fondée à séparer. Nous nous croyons donc également fondé, en ne nous basant même que sur les caractères anthropologiques et en laissant de côté les différences psychologiques, à considérer les Podhalains des Tatras comme constituant une race spéciale différant nettement de toutes les races environnantes.

Comment la race actuelle du Podhale a pu se former. — Le fait que les habitants du Podhale constituent une race nettement différente de tous les peuples voisins étant démontré, il nous restait à rechercher quelles sont les conditions de milieu, de croisement et d'immigration, qui avaient pu lui donner naissance.

Parmi les influences que nous venons d'énumérer, chacune sans doute a eu sa part et d'une façon directe ou détournée le milieu surtout a eu la sienne. Nous avons déjà montré en quoi le milieu où vivent les Podhalains, leur régime alimentaire, leur genre de vie, diffèrent de ce qu'ils sont dans les populations voisines. Nous avons vu notamment que l'infécondité du sol oblige les habitants à se livrer à des industries variées exigeant toutes les ressources de leur activité, que cependant les conditions d'existence sont si difficiles et le climat si rigoureux, que la plupart des enfants succombent, et que ceux-là seulement qui sont possesseurs d'une constitution très vigoureuse pouvaient résister. Dans des conditions pareilles, tous les êtres faibles, chétifs, incapables, que les institutions philanthropiques de nos civilisations occidentales empêchent seules de disparaître, sont fatalement condamnés à succomber. Une sélection semblable, répétée pendant des siècles sur les enfants et sur les adultes, devait contribuer à former, par la lente accumulation des qualités acquises à chaque génération, la race vigoureuse et intelligente que nous avons observée. C'est en partie par un mécanisme analogue qu'on pourrait expliquer sans doute la formation de l'Anglo-Américain actuel. Dans cette lutte contre la nature qu'entreprenaient les premiers pionniers américains, il fallait vaincre ou disparaître. Seuls les plus vigoureux, les plus intelligents, les plus capables, pouvaient triompher et léguer à des descendants les qualités qui les avaient fait vaincre.

Le milieu et la sélection seraient donc des facteurs importants de la formation de la race vivant actuellement au pied des Tatras. Mais il ne faut pas oublier que le milieu ne peut agir que dans certaines conditions spéciales, très souvent méconnues. Si le milieu est un facteur puissant, l'hérédité, qui représente des aptitudes accumulées pendant un passé d'une immense longueur, est un facteur bien plus puissant encore. De nombreux exemples historiques prouvent que, quand une race est ancienne, les caractères fixés par l'hérédité sont tellement stables, que le milieu est désormais sans action sur elle, et que cette race périt plutôt que de se transformer. C'est ainsi que sous toutes les latitudes les fils d'Israël conservent leur type invariable ; c'est ainsi encore que le sol brûlant de l'Égypte a été impuissant, malgré son énergie, à transformer les races trop vieilles qui l'ont successivement envahi, et qui toutes y ont trouvé leur tombeau. L'hérédité seule est assez puissante pour lutter contre l'hérédité, et pour cette raison les milieux ne peuvent guère agir que sur des races nouvelles, c'est-à-dire sur des races résultant de croisements entre peuples différents, possédant des aptitudes héréditaires différentes. Dans des conditions semblables, les influences si lourdes du passé se trouvent annulées ou dissociées par des influences héréditaires d'un poids égal et les milieux n'ayant plus alors à lutter contre elles peuvent librement agir.

La population du Podhale s'est-elle trouvée dans ces conditions où les milieux peuvent agir puissamment? Est-elle en un mot le produit de croisements à une époque antérieure entre éléments dissemblables ? Il nous paraît évident qu'il a dû en être ainsi. Aujourd'hui que cette population est assez nombreuse pour se suffire, elle ne se croise plus avec d'autres, et, à force de se mélanger de plus en plus avec elle-même et de subir l'action des mêmes milieux et d'une même sélection, elle tend à devenir homogène. Mais à une époque antérieure, alors que les régions escarpées et si difficilement accessibles des Tatras servaient d'abris à tous les aventuriers des contrées voisines qui, pour des raisons diverses, avaient besoin d'un refuge, tous ces individus de diverses origines devaient forcément se mélanger sans cesse. On reconnaîtra que des éléments bien variés ont dû être en présence en se rappelant combien sont diverses les nationalités qui entourent les Tatras, et combien sont nombreux les peuples qui ont envahi cette partie de l'Europe depuis les primitifs Aryens et depuis les hordes d'Attila.

Pour compléter l'étude qui précède, il faudrait déterminer les éléments qui ont pu contribuer autrefois à la formation de la race actuelle. La solution d'un tel problème n'est pas facile, car il n'existe aucun document historique nous permettant de savoir de quelle façon le peuplement des villages du Podhale s'est effectué.

Mais, à défaut de documents historiques, les ressources combinées de l'anthropologie, de la linguistique et de la psychologie nous permettent de fonder des conjectures peu éloignées sans doute de la vérité, sur les éléments qui ont contribué à former la population actuelle du Podhale.

Le noyau principal des Podhalains a été, selon toute vraisemblance, formé de Polonais. Ils s'y rattachent par plusieurs caractères psychologiques et parlent du reste leur langue.

C'est à ce noyau primitif de Polonais qu'ont dû se mélanger les populations si variées dont nous parlions plus haut. Parmi celles qui ont dû jouer un rôle important, on peut mentionner tout d'abord les Slovaques. Slovaques et Podhalains forment aujourd'hui, comme nous l'avons dit, deux peuples nettement séparés ne se croisant plus ; mais il paraît évident qu'il n'a pu en être toujours ainsi. Nous en trouvons la preuve dans ce fait que l'on rencontre parfois dans le Podhale, notamment dans le village de Koscielisko, un des plus rapprochés précisément de la frontière hongroise, des individus à haute taille, assez semblables aux Slovaques, et qui contrastent par cette stature élevée avec leurs compatriotes à petite taille. Ce sont sans doute des influences ataviques qui font reparaître dans la race actuelle des formes ancestrales, que des croisements avec des éléments nouveaux tendent de plus en plus à faire disparaître.

La probabilité de l'influence du sang slovaque à une époque plus ou moins lointaine est confirmée encore par les indications linguistiques. La langue parlée dans le Podhale est le polonais, mais l'influence du slovaque y est prouvée par l'altération de certains mots, notamment par l'abandon des voyelles nasales et l'emploi de signes phonétiques propres à la dernière de ces langues : tel est par exemple l'emploi fréquent de la lettre H au lieu de la lettre G ; par exemple : *hruby* au lieu de *gruby* (1), la voyelle A remplacée par la voyelle E, comme dans *czerny;* la voyelle O remplacée par A ou E, comme en slovaque. Le verbe être est souvent conjugué à la façon slovaque ; par exemple, *ja sem* (je suis), au lieu de *ja jestem ; ty sy* (tu es), au lieu de *ty jestes*. Enfin un certain nombre de mots, comme *czesta* (chemin), *bran* (frontière), etc., sont purement slovaques.

La psychologie nous offre également de précieuses ressources dans ce travail de reconstitution difficile. Les Podhalains, avons-nous dit, sont lettrés, musiciens, poètes et fort religieux. Le milieu — surtout un milieu aussi rigoureux que celui du Podhale — ne crée guère de telles qualités. Il est donc probable que l'hérédité seule peut les avoir produites : or, parmi les races qui entourent le Podhale, il n'y a guère que les Ruthènes possédant ces aptitudes. Elles s'associent chez eux à une nature assez capricieuse, à une absence d'énergie, d'activité et de persévérance qui sont l'opposé des qualités que possèdent les Podhalains ; mais les qualités contraires possédées par ces derniers ont pu être engendrées par les conditions d'existence que nous avons signalées ; c'est donc à l'influence du sang ruthène que nous serions disposé à attribuer les particularités précédemment mentionnées.

(1) Je dois cette précieuse information à M. le professeur Kopernicki. Il a bien voulu me la communiquer sur la lecture des épreuves de mon mémoire pour confirmer mon hypothèse, qu'il partage entièrement, de l'influence à une époque antérieure dont il n'existe, du reste, aucun témoignage historique, du mélange des Podhalains avec les Slovaques. Je dois à ce savant anthropologiste ainsi qu'à MM. les docteurs Chalubinski et Wrzesniowski, professeurs à l'Université de Varsovie, qui ont bien voulu m'accompagner dans plusieurs de mes excursions, tous mes remerciements pour l'obligeance qu'ils ont apportée à la revision de ma carte et de mon mémoire.

Quant au développement si remarquable du crâne chez les Podhalains, il ne nous semble pas qu'il soit le résultat d'influences ancestrales, mais bien la conséquence forcée de l'exercice continuel de l'intelligence et de l'activité qu'ils sont obligés de déployer constamment. C'est un fait élémentaire en physiologie, que les organes exercés se développent ; moins que tout autre, le cerveau ne saurait échapper à cette loi.

Nous n'insisterons pas davantage sur les conjectures relatives à l'origine des éléments qui ont pu contribuer autrefois à former les Podhalains actuels. Tout incomplètes qu'elles peuvent être, elles suffisent à montrer quelle lumière les méthodes scientifiques actuelles peuvent jeter sur les origines d'un peuple, alors que la tradition et l'histoire se taisent entièrement sur elles. Le seul fait à retenir, parce qu'il nous semble bien démontré, est la formation actuelle au pied des Tatras d'une race nouvelle très différente de celles qui ont contribué à la former. Le mécanisme de sa formation tel qu'il résulte de notre étude peut être résumé de la façon suivante.

Dans un passé plus ou moins lointain, la race qui peuple actuellement le Podhale était formée par un mélange d'individus provenant de peuples fort différents. En s'isolant de plus en plus, en ne s'unissant qu'avec elle-même, en subissant toujours l'action des mêmes milieux et d'une même sélection, la primitive agglomération est devenue de plus en plus homogène et a fini par former une race nouvelle dont l'homogénéité pourra s'accroître encore, mais qui possède déjà des caractères héréditaires communs permettant de la différencier nettement de toutes les races environnantes.

Nous terminerons ici ce que nous avions à dire de l'état actuel de l'anthropologie et des transformations dont elle est susceptible. En montrant la voie où il nous semble que cette science devrait s'engager, nous avons eu souvent à citer des faits dus à nos propres recherches et nous en avons déduit des théories dont quelques-unes pourront être contestées. Mais les théories sont des interprétations individuelles indépendantes des faits sur lesquels elles reposent. Des découvertes futures pourront peut-être modifier dans leurs détails quelques-uns de nos résultats. Elles ne sauraient atteindre les méthodes qui ont servi à les obtenir.

GUSTAVE LE BON.

ZOOLOGIE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. PAUL GIROD

Recherches sur la poche du noir des céphalopodes des côtes de France.

Nous ne pouvons songer à donner un résumé complet des recherches de M. le docteur Paul Girod ; nous voulons seu-

lement indiquer, dans un exposé rapide, les résultats les plus importants de son travail.

I. — ANATOMIE.

Structure. — Tous les céphalopodes observés présentent des dispositions identiques : la *poche* est un long sac noir, à reflets métalliques, piriforme et s'ouvrant sur la lèvre postérieure de l'anus au sommet d'un mamelon saillant. Une incision pratiquée sur la face antérieure de la poche, selon la ligne médiane, la montre formée :

1° D'une première partie large, remplie du liquide noir, bien connu sous le nom d'*encre de seiche :* c'est un véritable réservoir que l'on peut nommer la *vésicule du noir ;*

2° D'une seconde qui apparaît appliquée sur la face postérieure de la vésicule : c'est une masse hémisphérique, spongieuse, gorgée d'encre épaisse et nettement limitée par une membrane qui l'enveloppe complètement et la réunit à la vésicule ; on peut la nommer la *glande du noir*. Un petit *orifice* arrondi occupe la partie supérieure de la glande et permet le passage dans la *vésicule* de l'encre sécrétée dans la *glande*.

Cette description diffère essentiellement de celle donnée par les naturalistes antérieurs et qui peut se résumer ainsi : *l'appareil sécréteur est formé d'un réservoir dont la paroi porte des replis particuliers circonscrivant des espaces qui versent largement et directement dans la poche les produits de la sécrétion.*

Chez les décapodes, la *glande* est libre et saillante dans la *vésicule*. Chez les octopodes au contraire, la paroi de la glande se réunit sur une grande partie de son étendue avec la paroi de la vésicule ; la partie libre de la membrane limite se trouve ainsi réduite à l'état d'un simple diaphragme circulaire percé au centre de l'orifice et séparant le tissu glandulaire de la cavité vésiculaire.

Texture. — La *vésicule* et la *glande* sont entourées par une enveloppe commune qui se compose :

D'une *tunique externe,* formée de faisceaux conjonctifs lâches ;

D'une *tunique moyenne,* comprenant une couche de faisceaux musculaires lisses transversaux ; une couche de faisceaux longitudinaux ; une couche formée de lames aplaties représentant de véritables cellules, avec noyau central et protoplasma rempli d'une multitude de petits bâtonnets : c'est cette dernière lame (*couche des paillettes*) qui donne à la poche des reflets irisés.

Ces deux tuniques enveloppent les membranes propres : *capsule de la glande* et *paroi de la vésicule,* qui constituent la *tunique interne*.

La paroi propre de la vésicule est constituée par une couche de tissu conjonctif tapissé par un rang de cellules épithéliales. Au point où la poche s'ouvre dans l'anus, la couche conjonctive présente un épaississement lobé. A quelques millimètres au-dessous, on observe un second épaississement qui limite avec le premier un espace dilaté en *ampoule terminale*. La couche musculaire transversale présente aussi deux anneaux de renforcement correspondant et formant un double sphincter terminal.

L'ampoule et les deux épaississements qui l'accompagnent sont tapissés par une couche d'épithélium cylindrique rappelant beaucoup les cellules de l'épiderme des céphalopodes. Au niveau du sphincter interne, cet épithélium tapisse des tubes ramifiés, qui plongent dans la couche conjonctive sous-jacente et forment une *glande terminale.*

Dans tout le reste de l'étendue de la vésicule, on observe un épithélium pavimenteux pigmenté analogue à celui qui tapisse la rétine chez l'homme.

La *capsule de la glande* est constituée aussi par un stroma conjonctif. C'est ce stroma qui envoie de nombreux prolongements qui constituent le support des cellules sécrétantes dont nous devons étudier les dispositions et les rapports.

La glande du noir. — La glande est formée de lamelles légères et ondulées : *trabécules,* qui laissent entre elles des espaces de forme variable : *aréoles*. Les trabécules présentent une disposition générale assez régulière. Plus ou moins plans dans toute la partie de la glande correspondant à l'orifice, ils deviennent concaves en arrière et forment alors des cupules concentriques qui enveloppent une masse centrale blanchâtre (*zone formatrice*), dont la coloration tranche nettement avec celle des trabécules, d'autant plus vivement colorés en noir, qu'ils sont plus éloignés de ce centre (*zone périphérique*). Chaque trabécule est formé par un tractus conjonctif central émanant de la capsule de la glande, tapissé sur ses deux faces par une seule couche de cellules épithéliales.

La cellule sécrétante est essentiellement variable selon le point de la glande où l'on étudie le trabécule. Dans la zone formatrice, la cellule épithéliale est cylindrique ; elle présente une partie nucléaire, surmontée par une portion allongée, transparente. C'est dans cette dernière portion que se montrent les premières granulations pigmentaires, qui augmentent en nombre, distendent ce petit réservoir et le transforment en une masse noire pigmentée qui surmonte la cellule. Cette masse se détache, se déchire et met le pigment en liberté. Dès lors, la cellule, réduite à sa région nucléaire, se charge à son tour de pigment et ne tarde pas à tomber dans l'aréole où elle se détruit. Les noyaux persistent longtemps dans le noir ainsi formé.

Vaisseaux et nerfs. — La poche du noir reçoit deux artères provenant de l'*aorte antérieure :* une *artère de la vésicule,* se ramifiant à la superficie de l'organe et une *artère de la glande* qui plonge dans le tissu spongieux. Deux veines correspondantes amènent le sang dans la *grande veine*. Les artérioles et les veinules se distribuent dans les trabécules glandulaires et sont rattachés par un vaste champ de capillaires qui forme sur les deux faces du trabécule un réseau sous-épithélial extrêmement riche.

Les nerfs proviennent des *nerfs viscéraux.*

Deux nerfs descendent sur la face postérieure de la poche (*nerfs de la vésicule*) et s'y ramifient. Chacun d'eux émet une branche anatomotique qui se réunit à sa congénère et

forme un seul nerf médian (*nerf de la glande*) qui se joint à l'artère et à la veine de la glande.

La poche de *Sepiola Rondeletii* est si particulière qu'elle mérite une mention spéciale. Elle peut en effet être simple ou trilobée. Simple, elle répond exactement à celle des autres décapodes ; trilobée, elle présente une petite moyenne comparable en tous points à la précédente et deux masses latérales allongées. Pour la constitution de ces masses, la poche envoie de chaque côté deux prolongements en forme de lame aplatie : l'un antérieur, qui est arrondi et a la même hauteur que la poche ; l'autre postérieur allongé, et formant au-dessus et au-dessous de la poche un petit cul-de-sac saillant. L'angle dièdre situé entre ces deux prolongements est tapissé par une membrane argentée et contient une glande ovoïde, allongée, jaunâtre. Cette glande est constituée par une série de tractus conjonctifs saillants, recouverts par une couche épithéliale formée de cellules cylindriques simples, et de cellules surmontées par un énorme calice à contenu hyalin et transparent, et présentant un orifice terminal. Les prolongements latéraux et la glande plongent dans une masse transparente, limitée en dehors par une membrane très fine qui s'insère d'une part sur le bord libre du prolongement postérieur et, d'autre part, sur le bord adhérent du prolongement antérieur. Cette membrane limite un véritable réservoir dont le contenu est la sécrétion de la glande latérale.

II. — PHYSIOLOGIE.

Sécrétion. — La sécrétion de la glande est le *noir,* formé d'un sérum tenant en suspension les corpuscules pigmentaires caractéristiques.

L'analyse quantitative de ce produit a été résumée dans le tableau suivant :

Eau			60 parties.
Matières organiques solubles (eau, alcool, éther).		0,850	40 —
Matières organiques insolubles.		30,540	
Substances minérales { solubles	2,935	8,610	
{ insolubles	5,675		
Total			100 parties.

L'analyse qualitative a permis de reconnaître dans les cendres les substances inorganiques suivantes :

1° *Partie soluble :* acide carbonique — sulfates et chlorures de sodium, potassium, magnésium et calcium.

2° *Partie insoluble :* carbonate de chaux et de magnésie, peroxyde de fer.

M. Girod signale ce dernier métal dans le sang des céphalopodes à côté du cuivre, que le docteur Fredericq y a décelé comme entrant dans la composition de l'hémocianine, protéide qui joue chez les animaux le même rôle que l'hémoglobine chez les vertébrés.

On n'a pu déceler dans les *matières organiques solubles* ni urée, ni acide urique, ni xanthine, ni guanine, ce qui porte l'auteur de ce travail à repousser l'idée émise par certains auteurs que la *poche* est un organe de dépuration urinaire.

Le noir est formé dans sa plus grande partie par la *matière organique insoluble* auquel Bizzio a donné le nom de melaïne, matière pigmentaire.

Cette matière, purifiée et soumise à l'analyse élémentaire, présente une composition très voisine du pigment des vertèbres.

	Matière pigmentaire de la seiche. (Girod).		Matière pigmentaire des vertébrés. (Heintz).
C.	53,6	53,9	53,44
H.	4,04	4,02	4,02
Az	8,8	8,6	7,10
O.	33,56	33,48	35,44

Le noir ne présente pas les matières caractéristiques de la sécrétion urinaire ; il ne semble pas contenir, contrairement aux données de M. E. Yung, les poisons (strychnine, nicotine) introduits dans l'organisme du céphalopode ; mais il est formé dans sa plus grande partie par la matière pigmentaire azotée étudiée précédemment. Sans pouvoir préciser pour le moment le rôle particulier que joue cette sécrétion dans l'organisme même du céphalopode, il est facile d'observer la place importante que tient la matière pigmentaire dans les rapports de l'animal avec l'extérieur. C'est un moyen d'attaque ou de défense, varié à l'infini, selon les espèces considérées et selon les circonstances particulières de l'observation.

Excrétion. — Les nombreuses expériences entreprises sur ce point sont ainsi résumées dans le travail lui-même :

L'excrétion se fait en trois temps successifs :

Premier temps. — Passage *continu* de l'encre de la glande, dans la vésicule, dû à la *vis à tergo* et à la compression exercée par la capsule de la glande et la paroi vésiculaire.

Deuxième temps. — Passage *intermittent* de l'encre de la vésicule dans le sac, dû à la contraction de la paroi vésiculaire.

Troisième temps. — Expulsion *spasmodique* de l'encre par l'entonnoir, due au spasme d'expiration.

La mise en action des parois musculaires de la vésicule et du sac respiratoire est due à un réflexe dont la partie motrice de l'axe est formée par les filets moteurs de la vésicule provenant des nerfs viscéraux et les filets moteurs de l'entonnoir et du sac respiratoire, et dont la partie sensible est constituée par les nerfs de sensibilité spéciale (nerfs oculaires, auditifs) et par les nerfs de sensibilité générale (choc, attouchement rude, commotion électrique, toute excitation périphérique violente).

III. — DÉVELOPPEMENT.

C'est au treizième jour du développement du céphalopode que se forme une invagination du feuillet externe qui constitue la *dépression anale.* Cette dépression augmente et se divise en deux culs-de-sac : l'un, supérieur, est le premier rudiment de la *poche du noir;* l'inférieur est le rudiment du

rectum. L'invagination qui correspond à la *poche* est d'abord tapissée par une seule couche des cellules épithéliales cylindriques du feuillet externe ; c'est l'ébauche de la *vésicule du noir*. Bientôt les cellules qui se trouvent à l'extrémité cœcale se multiplient et forment en ce point un épaississement qui s'arrondit peu à peu ; c'est le rudiment de la *glande du noir*. Les couches mésodermiques s'orientent et forment une enveloppe périphérique qui sera la paroi de la poche. La glande se lobe, se divise en étages, se creuse d'aréoles superposées au contact de l'invagination vésiculaire, tandis qu'au point opposé, elle forme sans cesse une nouvelle masse épithéliale formatrice. Les cellules qui tapissent les trabécules se pigmentent et une communication (*orifice*) s'établit avec le réservoir. La *vésicule* continue à s'accroître, enveloppe la glande et la poche présente dès lors ses caractères fondamentaux.

L'étude de la texture intime, aussi bien que les phases de développement de la poche, montrent que l'épithélium de la vésicule et de la glande est la continuation de l'épiderme et que la paroi de la poche n'est autre que le repli cutané chargé de protéger l'organe.

Il existe chez les gastéropodes une glande découverte et décrite par M. H. de Lacaze-Duthiers, qui préside à une sécrétion pigmentaire et présente avec le rectum les rapports les plus étroits, s'ouvrant dans l'anus et s'appliquant contre la terminaison du tube digestif. Cette *glande anale* est en rapport avec une autre glande (*glande pupurigène*) caractérisée par sa circulation spéciale ; le sang qui la traverse est *à la fois simplement veineux et veineux après avoir été épuré dans le corps rénal ou dépurateur*. La découverte chez le céphalopode, entre la poche du noir et la branchie, d'une glande présentant une distribution vasculaire identique, la similitude des connexions nerveuses, poussent M. le docteur Girod à admettre l'homologie de la *glande anale* des gastéropodes et de la *poche du noir* des céphalopodes.

Ces recherches ont porté sur un grand nombre de céphalopodes : Octopus vulgaris, Lam. — Eledon cirrhosus, d'Orb., moschatus, Leach. — Sepia officinalis, Lin elegans, d'Orb. — Loligo vulgaris, Lam, subulata, Lam. — Ommastrephes sagittatus, d'Arb.

C'est grâce à des séjours successifs dans les laboratoires de Roscoff et sur la côte de la Méditerranée, dans la région où s'élève maintenant le laboratoire de Banyuls, que M. le docteur Paul Girod a pu réunir ces nombreuses espèces. Il a trouvé sur ces points si éloignés les conditions nécessaires à la réalisation de son travail : appareils de pisciculture pour les œufs, vastes aquariums pour les animaux vivants, bateaux et engins de pêche, instruments et réactifs nécessaires aux expériences physiologiques et aux recherches histologiques, en un mot, tout ce qu'un zoologiste peut désirer au bord de la mer. Qu'il nous soit permis d'exprimer, avec M. le docteur Girod, toute notre reconnaissance au fondateur et au directeur de ces établissements scientifiques maritimes, à M. H. de Lacaze-Duthiers, qui offre avec tant de générosité aux travailleurs les ressources immenses que sa science profonde et son activité sans bornes ont réunies sur les deux points les plus favorisés de nos côtes françaises.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 6 MARS 1882.

CHIMIE. — M. *Dumas* présente un mémoire sur l'acide carbonique normal de l'air atmosphérique.

Il a deux points de vue bien distincts, sous lesquels on peut considérer la mesure de l'acide carbonique contenu dans l'air.

Le premier, qui consiste à l'envisager comme élément géologique appartenant à l'enveloppe gazeuse du globe prise dans son ensemble, conduit à estimer à 3 volumes pour 10 000 environ le rapport général qui exprime sa proportion dans l'air.

Le second, qui se rapporte aux phénomènes accidentels et locaux résultant de l'action des animaux, de celle des plantes, des effets des foyers, de celui des masses de matières organiques en décomposition, des émanations volcaniques, enfin de l'action des brouillards et des pluies, fait connaître les changements qui peuvent survenir dans un air soumis à des influences circonscrites, à un air en quelque sorte confiné. Sans nier l'intérêt qu'elles offrent au point de vue de la météorologie ou de l'hygiène, on ne peut pas assigner à ce dernier point de vue le même rang qu'au premier.

Les expériences de M. J. Reiset, par leur nombre, leur précision, l'importance des volumes sur lesquels elles ont porté, les années même qui les séparent, ont établi d'une manière définitive deux vérités dont l'histoire du globe aura désormais à tenir compte : la première, c'est que la proportion de l'acide carbonique dans l'air varie à peine ; la seconde, qu'elle s'éloigne peu de 3/10 000 en volume. . . . .

Ces vérités sont pleinement confirmées par les résultats obtenus en 1868, 1869, 1870 et 1871, à Rostock. M. Franz Schulze donne en effet, comme moyenne, avec de très faibles écarts :

Pour 1869 (année entière)	2,8668
Pour 1870 (—)	2,9052
Pour 1871 (six premiers mois)	3,0126

Plus récemment, MM. Müntz et Aubin, dont l'exactitude est bien connue de l'Académie, ont analysé, par un procédé qui leur est propre, l'air recueilli dans la plaine à Paris et celui qu'ils ont pris au pic du Midi et au sommet du Puy-de-Dôme. Leurs résultats s'accordent avec ceux qui ont été publiés par M. J. Reiset et par M. Schulze.

La grande moyenne de la proportion de l'acide carbonique dans l'air paraît donc bien près d'être fixée; mais ce point de départ établi, il reste à étudier les variations dont elle pourrait être susceptible, non par des causes locales, ce qui est de peu d'importance, mais par des causes générales se rattachant aux grands mouvements de l'atmosphère. C'est sur cette étude, qui exige le concours d'un certain nombre d'observateurs placés sur les divers points et éloignés du globe, opérant simultanément par des procédés comparables, que

l'auteur appelle l'attention de l'Académie et celle des missions chargées d'aller observer, dans les stations favorables, le passage de Vénus sur le soleil. Les procédés et les appareils de MM. Müntz et Aubin fournissent les moyens propres à ces déterminations et semblent pouvoir suffire à la solution du problème de philosophie naturelle que présente la détermination de la proportion de l'acide carbonique de l'atmosphère dans le temps présent.

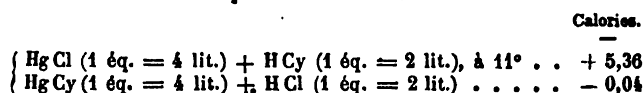
— M. *Berthelot* s'occupe des doubles décompositions des sels haloïdes du mercure par les hydracides et par les sels haloïdes du potassium.

Il établit d'abord les quantités de chaleur dégagées par l'union des oxydes de potassium et de mercure avec les hydracides étendus.

Il passe en revue les sels alcalins, les sels de mercure, parmi lesquels il insiste particulièrement, sur le chlorure, le bromure et le cyanure, les sels acides, puis les sels doubles.

Les données obtenues par l'auteur lui permettent d'étudier les doubles décompositions dans les dissolutions : ces réactions se passent invariablement d'après le principe du travail maximum, pourvu que l'on tienne compte de l'existence des sels doubles et des sels acides.

Les réactions des cyanures donnent :



	Calories.
HgCl (1 éq. = 4 lit.) + HCy (1 éq. = 2 lit.), à 11° . .	+ 5,36
HgCy (1 éq. = 4 lit.) + HCl (1 éq. = 2 lit.)	— 0,04

L'acide cyanhydrique, déplaçant entièrement l'acide chlorhydrique, devrait dégager +15,3 — 9,7 = +5,6, chiffre qui ne s'écarte pas sensiblement de +5,4 ; surtout si l'on tient compte des différences de température et de concentration. L'auteur a insisté sur ce déplacement total, ou sensiblement, de l'acide chlorhydrique étendu par l'acide cyanhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure. Il a montré aussi pourquoi cette réaction est renversée lorsqu'on opère avec le sel anhydre et le gaz chlorhydrique, ce gaz dégageant en plus toute la chaleur perdue dans la formation de ses hydrates en dissolutions étendues.

Avec les solutions concentrées d'hydracide, le déplacement a lieu également, et cela, suivant la proportion qui répond à la dose d'hydracide libre, c'est-à-dire non combiné à l'eau, existant dans les liqueurs.

— MM. *A. Cahours* et *E. Demarçay* obtiennent deux acides dibasiques, les acides sébacique et subérique, dans la distillation des acides gras bruts au milieu d'un courant de vapeur d'eau surchauffée.

Les résultats démontrent, de la manière la plus nette, que la distillation des acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffé en opère le dédoublement en hydrocarbures saturés, homologues du gaz des marais, en acides du groupe acétique appartenant à la série normale, et finalement en deux acides dibasiques homologues de l'acide succinique, les acides subérique et sébacique, composés qui prennent naissance, ainsi que ce dernier, lorsqu'on soumet les acides gras à équivalent élevé à des influences oxydantes, lorsqu'on les soumet, par exemple, à l'ébullition avec de l'acide azotique.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* présentent leurs expériences sur la rétrogradation produite par l'effluve électrique dans la transformation de l'oxygène en ozone.

Ces expériences, effectuées dans les appareils à effluves ou à pluie de feu à grandes surfaces de refroidissement, prouvent que la transformation de l'ozone en oxygène est bien la conséquence du dégagement de chaleur qui accompagne la destruction spontanée de l'ozone, porté à la température inconnue de l'effluve ; elles prouvent aussi que ce phénomène, qui avait échappé jusqu'ici aux savants, ne se manifeste qu'aux pressions d'oxygène assez faibles pour que la proportion maxima d'ozone puisse être obtenue en quelques instants.

— MM. *E. Filhol* et *Senderens*, en continuant leurs recherches sur les phosphates neutres au tournesol, ont constaté les faits suivants, en ce qui concerne le phosphate.

Si l'on ajoute à une solution d'acide phosphorique pur, graduellement et avec beaucoup de précautions, une solution de soude caustique pure, il arrive un moment où la liqueur ramène à la teinte vineuse la teinture de tournesol rougie par une trace d'acide et produit le même effet sur la teinture bleuie par une trace d'alcali.

La solution ainsi préparée peut être concentrée à une douce chaleur, au point d'avoir la consistance d'un sirop, et cependant ne pas donner de cristaux en se refroidissant. Mais on peut obtenir une belle cristallisation, en continuant l'évaporation sous le récipient de la machine pneumatique, au-dessus d'un vase contenant de l'acide sulfurique concentré. Les cristaux sont neutres au tournesol, aussi bien que l'eau mère au sein de laquelle ils se sont formés.

— MM. *G. Vogt* et *A. Henninger* demandent l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par eux le 23 août 1875. Ce pli contient une note sur la lutorcine.

Dans une prochaine note, les auteurs reviendront sur les produits de l'action de la potasse sur le paracrésol, qui contiennent, indépendamment de la lutorcine, une substance précipitable par l'acétate neutre de plomb et qui n'est probablement autre que l'homopyrocatéchine. Certaines réactions, notamment la coloration rouge sang avec les alcalis, paraissent dues à la présence d'une petite quantité de cette autre matière ; dans tous les cas, la lutorcine pure ne prend qu'une très légère teinte rouge en présence des alcalis et de l'air. La formation de deux composés isomériques dans la fusion du bromoparacrésol avec de la potasse n'a rien qui doive surprendre, MM. Fittig et Mager ayant montré que l'orthobromophénol ou le métabromophénol fournissent tous deux un mélange de résorcine et de pyrocatéchine.

Physique. — M. *Cailletet* a combiné une nouvelle pompe destinée à comprimer les gaz.

Dans cet appareil tout espace nuisible a été supprimé, en recouvrant le piston plongeur de mercure, qui ne laisse en se déplaçant aucun vide dans le cylindre.

Dans cette pompe, le travail développé par une machine motrice, ou simplement par un homme, agit sur un arbre coudé qui porte le volant et se transmet à une bielle, dont l'extrémité inférieure met en mouvement un balancier doublement articulé et relié au bâti de l'appareil.

Elle n'a besoin, pour fonctionner, que d'une faible force motrice ; elle peut comprimer cependant de grands volumes de gaz à de hautes pressions, en évitant tout mélange d'air ; elle présente aussi l'avantage de ne pas s'échauffer, car la chaleur dégagée par la compression se répartit, grâce au mouvement du mercure, dans la masse du cylindre qui se refroidit rapidement sans qu'il soit besoin de faire circuler un courant d'eau froide.

M. Debray fait remarquer que l'appareil de M. Cailletet fonctionne avec succès au laboratoire de l'École normale depuis un mois environ. Il donne facilement de grandes quantités d'acide carbonique et de protoxyde d'azote liquides, avec lesquels M. Cailletet étudie, à de très basses températures, la compression des gaz considérés autrefois comme permanents. Si les résultats numériques donnés par M. Sarrau dans sa communication sont exacts, si l'oxygène peut être liquéfié à — 105,4 à une pression de $48^{atm},7$, les dispositions adoptées par M. Cailletet dans sa nouvelle série d'expériences permettront, à coup sûr, d'obtenir l'oxygène liquide.

— M. *G. Chancel* propose une méthode expéditive pour la détermination de la densité des gaz.

Elle est fondée, comme celle de M. Dumas pour les vapeurs, sur le déplacement de l'air d'un ballon par le courant du gaz dont on veut avoir la densité.

— M. *Th. Vautier* a obtenu un mouvement vibratoire à la naissance d'un jet de vapeur.

Ce son est plus intense que celui des diapasons qui donnent la même note et dont jusqu'à présent le mouvement n'a pas pu être entretenu électriquement d'une manière pratique et, par conséquent, inscrit d'une façon continue. L'appareil donne, aussi longtemps qu'on veut, sur le tracé, des vibrations nettes et régulières, d'une amplitude suffisante pour être subdivisées à la manière ordinaire. Cette division est facilitée par la finesse du tracé que l'on obtient au moyen de styles très aigus qui, appuyés légèrement sur des feuilles de mica enfumées ou non, laissent un trait délié gravé sur ces surfaces.

— M. *C. Decharme* expose pour la troisième fois ses expériences hydrodynamiques : imitation directe, par les courants liquides, des actions des courants électriques les uns sur les autres.

En se servant de tubes sans ajutages on observe que deux courants égaux, issus d'un même ajutage, par un branchement en Y, muni de deux tubes en caoutchouc, de même diamètre et de même longueur, disposés parallèlement et de même sens, très près l'un de l'autre, s'attirent avec des tubes avec ajutages à disques placés à distance attractive (de $0^{m},005$ par exemple) et disposés excentriquement, tout en restant parallèles, et dont l'un d'eux est mobile ; celui-ci tend à se placer concentriquement au premier.

Lorsque les disques sont disposés angulairement l'un par rapport à l'autre (toujours à la distance attractive), ils tendent à se placer parallèlement entre eux.

Puis avec des tubes avec ajutages à bords minces il n'y a plus attraction proprement dite des courants opposés ; mais ils tendent à se placer de manière que leurs axes coïncident. Dès qu'on les écarte de cette position d'équilibre, ils oscillent et vibrent rapidement de part et d'autre de cette position axiale. Ces oscillations sont tout à fait analogues à celles d'une aiguille de boussole, à laquelle on présente un barreau aimanté.

PHYSIOLOGIE. — M. *Vulpian* a fait quelques études expérimentales relatives à l'action que peut exercer le permanganate de potasse sur les venins, les virus et les maladies zymotiques, qui l'ont amené à dire que l'influence du permanganate de potasse n'a pu être utile que dans les cas de morsures très récentes. Lorsque la morsure avait eu lieu une ou plusieurs heures avant l'essai de traitement par le permanganate de potasse, on ne peut s'empêcher de croire que les injections de ce sel n'ont pu exercer aucune action sur l'évolution des effets du venin.

Toujours est-il que l'on aurait tort de compter sur l'efficacité de cette médication dans les cas où il s'agirait d'autres serpents venimeux dont les morsures sont plus souvent et plus rapidement mortelles.

L'expérimentation sur les animaux conduit à déconseiller absolument des essais de traitement des maladies zymotiques au moyen du permanganate de potasse.

— MM. *Ch. Robin* et *Hermann* ont fait un mémoire sur la génération et la régénération de l'os des cornes caduques et persistantes des ruminants.

Tous les cas particuliers étudiés par les auteurs et regardés à tort comme des exceptions ne représentent que des variantes plus ou moins accentuées du mécanisme aujourd'hui bien connu de l'ostéogenèse. Elles s'écartent plus ou moins du type le plus répandu, et ces dissemblances semblent marcher de pair avec la rapidité de l'accroissement. C'est ainsi que, dans le bois des cervidés, où il se produit en peu de temps une grande quantité de tissu osseux, le dépôt des sels calcaires ne semble pas pouvoir se faire aussi vite qu'a lieu la production des substances albuminoïdes (osséine) qui entrent dans la composition de l'os.

— MM. *A. Dumontpallier* et *P. Magnin* ont cherché les règles à suivre dans l'hypnotisation des hystériques.

Ils pensent que, dans toutes les expériences d'hypnotisme, il faudra toujours avoir présent à l'esprit ce principe formulé par l'un d'eux, à savoir que la cause qui a fait défait. Il faudra toujours employer pour faire disparaître un état produit l'agent même qui a servi à le déterminer, quelle que soit d'ailleurs la nature de cet agent.

Ils donnent deux raisons :

La première, pour éviter de se trouver en présence d'états mixtes, états qui se sont souvent rencontrés par le fait de la substitution d'un agent à un autre dans le cours des expériences.

La seconde raison d'agir ainsi paraît bien justifiée par ce fait que le réveil s'effectue toujours normalement et avec calme, lorsque, pendant toute la durée des expériences, on s'est conformé rigoureusement aux règles précédentes. Les malades, dans ces conditions, déclarent n'éprouver aucune fatigue une fois réveillées.

— M. *A. Gautier* a déterminé les modifications soluble et insoluble du ferment de la digestion gastrique.

La liquéfaction de la fibrine est très rapide, même à froid, au contact de particules insolubles ; mais la digestion complète ne paraît pas pouvoir être atteinte. Elle s'arrête à un certain état qui ne paraît plus se modifier, pour ces quantités de liqueur, par un temps de digestion plus long, et qui est caractérisé par la formation de composés intermédiaires que l'acide nitrique précipite, mais qui se redissolvent partiellement dans un excès du produit de la digestion ou dans un excès d'acide.

Ces particules représentent donc une pepsine insoluble très active. Elles représentent un état transitoire de la pepsine qui ne produit en digérant les albuminoïdes qu'un état intermédiaire entre les albuminoïdes et les peptones parfaites.

L'action de ces corpuscules n'est nullement entravée, pas plus que celle de la pepsine même, par des doses considérables (1/200) d'acide cyanhydrique, substance qui empêche la

vie des vibrioniens et de tout ferment figuré à doses bien plus faibles.

ZOOLOGIE. — M. *L.-F. Henneguy* étudie la division des cellules embryonnaires chez les vertébrés.

Le processus de la division cellulaire commence par le protoplasma et se manifeste par l'apparition et le dédoublement de l'aster avant aucune modification du noyau; les filaments pâles du fuseau sont de nature protoplasmique et viennent des rayons des asters; la membrane du noyau disparaît d'abord aux deux pôles de son grand axe; les éléments de la plaque équatoriale ne sont pas des renflements des filaments du fuseau, comme l'ont avancé quelques observateurs, mais sont formés de chromatine; les nouveaux noyaux sont formés exclusivement de chromatine; le suc nucléaire pénètre petit à petit dans leur intérieur; les noyaux filles ne repassent pas en sens inverse, comme le prétend Flemming, par les mêmes phases que le noyau mère a traversées pour arriver à la phase de plaque équatoriale.

— MM. *Edm. Perrier* et *J. Poirier* ont fait des recherches sur l'appareil circulatoire des étoiles de mer.

Les canaux infrabrachiaux des étoiles de mer présentent un mode de cloisonnement qui rappelle singulièrement celui de la cavité brachiale des comatules. L'un des auteurs s'est assuré que ce cloisonnement ne se produisait que tardivement dans les bras des jeunes lames pentacrinoïdes de ces animaux et dans les bras en voie de rédintégration. Il y aurait lieu de rechercher s'il en est ainsi dans les étoiles de mer. Quoi qu'il en soit, ce système de cavités se présente désormais avec un caractère accidentel qui contraste avec la fixité pour ainsi dire absolue des dispositions de l'appareil ambulacraire. Ce dernier appareil demeure le trait essentiel et dominant de l'organisation de l'échinoderme.

— M. *R. Moniez* décrit quelques types de cestodes.

Le *Tænia pectinata,* dont les produits mâles sont disposés en deux séries, droite et gauche, à l'intérieur de la zone centrale, et dont le spermiducte apparaît de très bonne heure.

Les vaisseaux du *T. pectinata* sont caractérisés par les anastomoses larges et nombreuses qui les relient entre eux, et qui passent ainsi d'un vaisseau à l'autre.

Dans une autre espèce, appartenant, comme la précédente, au type du *T. Expansa,* et qui se trouve fréquemment à Lille, chez le mouton, les spermatozoïdes se rendent dans le spermiducte le plus proche.

Chez le *Tænia Giardii,* les produits mâles ne sont pas situés au côté dorsal du corps, mais aux deux extrémités de l'anneau, où ils occupent toute la zone centrale au delà des vaisseaux; les spermatozoïdes, au lieu de sortir par le spermiducte situé du même côté, traversent au contraire tout l'anneau pour se rendre dans le spermiducte opposé, et les deux courants se croisent sans se mêler au côté dorsal.

— M. *P. Mégnin* présente une note sur l'organisation de la bouche des *Dochmius* ou *Ankylostomes,* à propos de parasites de ces deux genres trouvés chez le chien.

Quelques helminthologistes séparent les *Dochmius* et les *Ankylostomes,* d'autres les réunissent.

Le genre *Ankylostoma* a été créé par Dubini, en mai 1838, pour un petit nématoïde, à bouche armée de quatre dents, trouvé sur l'homme.

Le genre *Dochmius* a été créé par Dujardin, qui ne paraît pas avoir connu la découverte de Dubini, pour des espèces d'helminthes très analogues entre elles, et dont plusieurs même devront probablement être réunies.

En faisant l'autopsie d'un certain nombre de chiens atteints d'une anémie pernicieuse qui décime les meutes dans différentes contrées de la France, où elle est connue sous le nom de saignement de nez épidémique, l'auteur a rencontré une assez grande quantité de *Dochmius,* dont les morsures irritantes avaient amené le développement d'une entérite chronique qui, elle-même, était la cause de l'anémie dont mouraient ces carnassiers.

Le *Dochmius balsami* (Grassi), qui ne paraît différer de l'*Ankylostome duodénal* que par deux petites dents rudimentaires adhérentes à la face interne de la paire de petites dents, a été étudié en 1877, à Pavie, par MM. Grassi et Paronna. Le premier de ces auteurs a constaté qu'il détermine sur le chat une maladie tout à fait analogue à la chlorose égyptienne de l'homme, par conséquent, à l'anémie du Saint-Gothard ou à celle des mineurs et, par suite, à la maladie étudiée.

MÉDECINE. — M. *Lecorché* a observé une endocardite diabétique plus souvent chez la femme que chez l'homme.

Elle n'apparaît qu'à une époque avancée de cette maladie, deux ou trois ans et même plus après son début et se localise au niveau de l'orifice mitral.

Elle traduit son existence par un bruit de souffle au premier temps et à la pointe du cœur, par l'irrégularité et l'intermittence du pouls.

Elle s'accompagne parfois de dégénérescence athéromateuse des artères.

Elle précipite la marche du diabète et entraîne souvent la mort, soit en provoquant un œdème plus ou moins généralisé, de l'ascite, soit en se compliquant elle-même d'hépatite aiguë.

Elle paraît être due à l'irritation que produit sur la membrane interne du cœur le contact prolongé d'un sang altéré par la présence du sucre en excès.

GÉOLOGIE. — M. *L. Dieulafait* a étudié les roches ophitiques des Pyrénées, leur âge, leurs relations avec les substances salifères et leur origine.

Les gisements ophitiques des Pyrénées, étudiés par MM. Leymerie, Mussy, Garrigou, Magnan, au nombre de plus de trois cents, sont, sans une seule exception, plus anciens que la base de l'infralias caractérisée par la faune de l'*Avicula contorta,* et même la plus grande partie, sinon la totalité, ne dépasse pas l'âge du permien.

La constitution de l'horizon salifère dans les Pyrénées et la composition chimique, à la fois spéciale et complexe, de ces dépôts ont montré que, dans les Pyrénées comme partout, les gypses, les sels, etc., étaient des résidus abandonnés par des eaux marines qui se sont évaporées pendant la période permienne triasique.

Ce mémoire établit que, dans la chaîne entière des Pyrénées, les gisements ophitiques ne sont pas, comme on l'avait toujours cru, distribués sans règle et répartis dans tous les étages, depuis le granit jusqu'à la formation quaternaire; qu'ils occupent au contraire seulement trois horizons, et que même le troisième se rattache très probablement au second.

— MM. *G. Lemoine* et *A. de Préaudeau* donnent quelques renseignements sur les variations de la température avec l'al-

titude dans le bassin de la Seine, pendant la période des hautes pressions du mois de janvier 1882.

Les brouillards ont eu surtout pour effet d'empêcher le réchauffement diurne; tandis qu'aux Settons le thermomètre est monté jusqu'à 11°,3 le 17, il ne s'est pas élevé au-dessus de zéro à Paris (Saint-Maur), du 18 au 22 janvier. Et si l'on prend la moyenne des températures maxima des différentes stations du 14 au 27 janvier, on reconnaît une interversion dans la loi habituelle de variation de la température avec l'altitude.

— M. *Lalanne*, en présentant à l'Académie la note qui précède, fait ressortir l'intérêt qui s'attache à des observations précises, faites pendant une même période de temps, à des hauteurs échelonnées depuis 40 jusqu'à 600 mètres d'altitude.

— M. *Daubrée* présente, de la part de M. Grüner, la carte géologique du bassin de la Loire, à l'échelle de 1/40 000, accompagnée d'une série de coupes transversales du bassin. Les affleurements des couches, les failles et toutes les notions essentielles y sont représentées.

MATHÉMATIQUES. — M. *Hermite* : Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Laguerre* : Sur la détermination du genre d'une fonction transcendante entière.

— M. *Hatt* : Sur la loi de déviation du pendule de Foucault.

— M. *E. Sarrau* : Sur la compressibilité des gaz.

REVUE DU TEMPS

Février 1882.

Le mois de février dernier, comme les mois précédents de cet hiver, se fait remarquer par la tendance bien marquée des hautes pressions à séjourner sur nos régions.

Par rapport aux traits généraux de la circulation atmosphérique dans l'ouest de l'Europe, ce mois peut être subdivisé en quatre périodes distinctes : deux où les hautes pressions ont été dominantes, et deux autres pendant lesquelles la circulation de l'atmosphère en France a été régie par les minima barométriques océaniens.

En moyenne, ce mois a été sec, surtout jusqu'au 25. Il a présenté à Paris seize jours de gelée et six jours de pluie seulement. La pression barométrique moyenne au parc Saint-Maur a été de 765,9, c'est-à-dire extraordinairement élevée; sa température moyenne a été à peu près normale.

La *première période*, qui s'étend du 1er au 11, est caractérisée par la présence sur nos régions d'une aire de hautes pressions dont le centre s'est tenu presque toujours sur la Suisse et l'Allemagne.

Cette période fait suite à celle qui avait commencé le 11 janvier, seulement l'humidité diminue notablement et le ciel est plus clair. La température se maintient basse et certains jours présentent des minima inférieurs à 0°.

Le 1er et le 2, le ciel est beau et, sous l'influence du rayonnement, la température s'abaisse à Paris à — 6°,2, à — 1°,8 à Nantes, à — 7° à Clermont.

A partir du 3, le centre des hautes pressions se rapproche de nous en descendant vers le sud; le temps se couvre, les minima se relèvent, et on note du brouillard à Paris les 3, 4 et 5.

Le 7, un mouvement du centre des hautes pressions vers le nord, sans changer sensiblement la direction du vent, nous ramène un temps clair; la température nocturne diminue de nouveau.

Le 8, les hautes pressions descendent vers la France centrale, le temps se couvre et reste couvert les 9, 10 et 11.

Le 11, le maximum barométrique a son centre sur l'Italie et l'Autriche; une dépression (A) se montre à Valentia. C'est alors le commencement de la *seconde période*, caractérisée par les vents de sud et nord-ouest et par la chute de quelques pluies.

Cependant, à Paris et dans la France centrale, la pression se maintient élevée et les vents restent au sud-est, en sorte que le temps reste assez sec. La pluie se produit seulement d'une manière générale le 15, sous l'influence d'un mouvement secondaire en voie de formation sur l'Angleterre et qui s'accuse par une baisse de 4mm,6 à Paris.

La *troisième période* commence le 16 où les hautes pressions se groupent sur le golfe de Gascogne, et le régime des vents marins d'ouest et de nord-ouest s'établit en France.

De fréquentes dépressions (B, C, etc.) passent au nord de l'aire des hautes pressions; sous leur influence des pluies tombent par place.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en février 1882.

Le 18, l'arrivée dans le sud-ouest de la France du centre des hautes pressions est accompagné d'un retour des vents vers le sud; le ciel se couvre et est partout couvert ou brumeux.

Le 20, le centre du maximum barométrique est remonté à l'entrée de la Manche; le ciel se découvre et quelques gelées se produisent.

Quatrième période. — Le 25, les hautes pressions sont descendues sur la Méditerranée et un minimum barométrique (D) se montre sur les côtes de l'Irlande.

Les vents de sud-ouest deviennent dominants et les pluies commencent à tomber, d'abord sur nos côtes, puis sur toute la France. Cet état de choses se poursuit jusqu'à la fin du mois.

LÉON TEISSERENC DE BORT.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [276]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 12 25 MARS 1882

PHYSIQUE

Application de la photographie à l'étude des infiniment grands et des infiniment petits.

§ I.

PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE.

A peine Niepce et Daguerre eurent-ils fait connaître leur merveilleuse invention, que toutes les sciences cherchèrent à s'en emparer comme d'un important moyen de perfectionnement. Le physicien s'efforça de fixer par la photographie l'image des phénomènes dont l'œil est témoin à la surface de la terre. L'astronome et le micrographe demandèrent à la nouvelle méthode de scruter l'invisible et d'enregistrer les grandes scènes qui s'accomplissent dans l'immensité des cieux ou à l'intérieur d'une goutte d'eau.

Ainsi introduite dans le monde des infiniment grands et des infiniment petits, la chimie de la lumière en éclaira les profondeurs et permit de le mieux explorer. On jugera des services que l'on est en droit d'en attendre par l'histoire des progrès qui lui sont dus dans le domaine des études astronomiques et microscopiques.

I.

Grâce aux célèbres découvertes de Bunsen et de Kirchoff auxquels les travaux de Fraunhofer, de Becquerel, de Masson et de Wheatstone avaient préparé la voie, l'astronomie physique a pris en ce siècle un magnifique développement. Les savants qui la cultivent, aidés des puissantes ressources de l'analyse spectrale, se sont appliqués non seulement à étendre leurs observations, mais en outre à en conserver la trace en vue d'une comparaison féconde. Cette considération les détermina à recourir à la photographie. La nécessité de supprimer les nombreuses erreurs qu'entraîne l'intervention personnelle, la possibilité d'obtenir d'un même cliché un nombre indéfini d'épreuves identiques, partant de faire participer tous les investigateurs à l'observation d'un seul homme, les y décidèrent également.

Enfin il devint évident que pour les masses cosmiques, comme les Nébuleuses, dont on soupçonne l'évolution, la photographie indiquerait toutes les phases de la condensation qui s'y opère. On pourrait donc l'appliquer à fixer les phénomènes connus et à en découvrir de nouveaux. L'expérience a prouvé que cet espoir n'avait rien de chimérique. On s'est en effet servi de la photographie pour établir la position des astres pendant les éclipses, les rapports des reliefs de la surface lunaire, la constitution du soleil, l'intensité de la lumière qu'il nous envoie et de celle que nous recevons des étoiles.

L'astronomie ne bénéficia pas seule de ces recherches. Elles ont révélé des phénomènes chimiques du plus grand intérêt touchant cette haute question philosophique de la simplicité de la matière. La connaissance des lois qui régissent la réduction des sels d'argent en épaisseur et l'inversion des images en est aussi tributaire.

On était loin de s'attendre à de si encourageants résultats, lorsqu'en 1840 Daguerre essayait vainement d'obtenir la photographie du disque lunaire dans une lunette privée d'oculaire, au foyer de laquelle il plaçait une plaque sensibilisée. Et cependant tel était déjà le besoin de substituer au dessin une méthode plus sûre, que neuf ans plus tard Foucault et Fizeau abordaient de nouveau le problème; ils réussirent les premiers à obtenir l'épreuve d'un corps céleste. Bientôt M. Warren de la Rue (1855), puis M. Rutherfurd triomphaient, par la prolongation du temps de pose, de l'obstacle qui avait arrêté Daguerre; ils conservaient l'oculaire pour grandir les

images (1). M. Rutherfurd et M. Gould appliquaient le même procédé à la formation des cartes stellaires. MM. Porro et Quinet parvenaient dès 1858 à photographier les éclipses, et M. Warren de la Rue reproduisait en 1860 les protubérances du soleil. M. Ed. Becquerel, M. Mascart, M. Cornu photographiaient la portion la plus réfrangible du spectre. M. Norman Lockyer et M. Huggins, s'engageant dans cette voie, soulevaient un coin du voile qui nous cache la composition chimique du soleil et des étoiles.

Néanmoins, en dépit de leurs efforts, ces savants n'avaient encore pu obtenir sur leurs clichés tous les détails que l'oculaire de la lunette ou du télescope offre à l'œil de l'observateur. C'est ainsi que jusqu'à ces dernières années les granulations de la photosphère du soleil ne manifestèrent point leur présence sur la glace sensible. Il était cependant naturel de penser que si la photographie pouvait être appliquée d'une façon satisfaisante à l'astronomie physique, les indications qu'elle donnerait seraient plus précises que celles de la vue. Notre œil s'accommode à toute une gamme d'intensités lumineuses ; mais il est incapable d'apprécier les rapports de ces intensités. D'autre part, plus une lunette est puissante, plus le champ visible dans l'instrument est restreint, puisqu'il varie en raison inverse du carré du grossissement linéaire. En photographie, au contraire, le rapport des intensités est plus fidèlement respecté (2) et le grossissement n'entraîne pas d'une façon nécessaire la diminution de la surface impressionnée. Or il est très utile d'augmenter les dimensions du champ optique pour avoir sur la même glace l'image détaillée de tous les phénomènes qui s'accomplissent au même instant sur une surface très étendue.

On sait aussi qu'on ne peut réaliser l'achromatisme que pour deux couleurs à la fois. Les autres couleurs forment leurs foyers en des points différents. De là, un défaut de netteté qui subsiste tout entier pour la vision et que M. Janssen a supprimé pour la photographie du soleil. Il a remarqué que les deux spectres oculaire et photographique jouissent chacun d'un maximum, mais que ce maximum est beaucoup plus limité et accusé dans le second que dans le premier, surtout pour certaines matières optiques. C'est ainsi que le *spectre photographique se réduit, près de la raie G, à une bande d'autant plus étroite que la durée de la pose est plus courte* (fig. 16). « On n'a donc dans ce cas à compter qu'avec des rayons extrêmement voisins, ce qui permet de donner à l'achromatisme une rigueur qui serait irréalisable pour les lunettes destinées à l'œil (3). »

L'auteur de cette intéressante découverte l'a mise à profit pour faire disparaître l'obstacle qui, jusqu'alors, s'était opposé à la reproduction, sur les clichés, des détails de la surface solaire. Il reconnut en outre que toute image formée par une lumière très intense prend sur le cliché des dimensions très supérieures à ses dimensions réelles (1); et il eut l'idée de détruire cette irradiation par une diminution considérable du temps de pose combiné avec l'agrandissement de l'image.

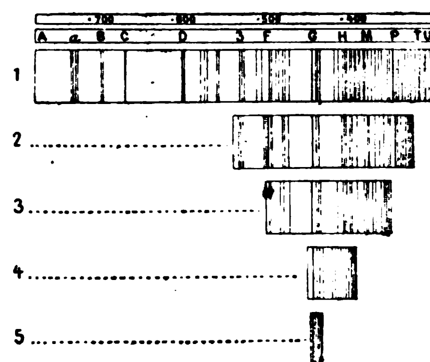


Fig. 16.

Alors il se produisit un phénomène aussi précieux qu'inattendu : le cliché mit en évidence non seulement tout ce que la lunette et le télescope décèlent à l'œil, mais en outre des détails que les instruments les plus perfectionnés sont incapables de lui montrer. La photographie l'emportait donc sur la vision et par la qualité des images et par la grandeur d'un champ dont toutes les parties sont susceptibles de mesure. En exposant les principaux problèmes dont elle a donné ou préparé la solution, nous insisterons surtout sur les méthodes qui ont été suivies en chacun d'eux.

II.

L'une des plus remarquables est celle qui a été imaginée pour établir les contacts dans l'observation du passage de Vénus.

L'importance attachée à la détermination de la position de cette planète en conjonction inférieure avec le soleil est justifiée par la mesure qu'on en déduit relativement à la parallaxe de cet astre et à la distance qui le sépare de la terre. Mais cette opération serait encore une des plus difficiles de l'astronomie, alors même que tous les observateurs se seraient préalablement exercés, comme le demandent M. Puiseux (2) et M. Mouchez (3), à apprécier de la même manière les apparences que le contact doit leur offrir. L'éminent directeur de l'Observatoire de Paris disait récemment à l'Académie des sciences (4) : « La méthode de Halley ne peut pas donner, dans la pratique, le degré de précision qu'elle comporterait si les contacts géométriques des deux astres étaient réellement observables; car les phénomènes lumineux très variés et très complexes qui surviennent quand les deux bords sont très rapprochés, et qui permettent de

(1) On voit au Conservatoire des arts et métiers, dans la salle des appareils d'horlogerie et des instruments astronomiques, les premières images photographiques de la lune et du soleil, obtenues par M. Warren de la Rue et M. Rutherfurd.

(2) Quand l'écart n'est pas trop considérable, comme on le verra plus loin.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXXV, 31 décembre 1877.

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 481, 7 mars 1881.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 815, 4 avril 1881.

(3) *Ibidem.*

(4) *Ibidem.*

voir déjà l'auréole de Vénus très nettement dessinée à un demi-diamètre de cette planète en dehors du soleil, transforment ces contacts en une série de phases successives, variant à chaque instant, sans solution de continuité, déformant le bord du soleil et *laissant un très grand doute sur le moment qu'il faut choisir comme étant celui des contacts réels; ce doute est au moins de quatre à cinq secondes pour les observateurs très exercés, munis de bons instruments; mais il peut, dans d'autres circonstances, être de dix, quinze ou vingt secondes.* »

Heureusement, ces difficultés que l'observation s'est montrée impuissante à surmonter, il semble que la photographie soit capable de les lever. M. Janssen a en effet imaginé de prendre, au moment où le contact va se produire, une série de photographies à intervalles de temps très courts et très réguliers, de manière que l'image photographique de ce contact fût nécessairement comprise dans la série et donnât en même temps l'instant précis du phénomène (1). Le revolver qu'il a fait construire à cet effet consiste en un disque fixe qui, placé entre l'objectif et la glace sensible, maintient cette plaque au foyer de la lunette où un mécanisme particulier lui imprime à intervalles égaux un mouvement angulaire très rapide de la grandeur de l'image réelle. Un orifice est pratiqué dans le disque, vers la périphérie, pour donner accès à la lumière en temps opportun. Au-devant de lui et sur le même axe, un plateau circulaire, servant d'obturateur, tourne d'une vitesse uniforme, sans interruption. Lorsqu'une des fentes dont ce plateau est percé vient à passer devant l'orifice du disque immobile, une image photographique se produit. Puis, la rotation continuant, c'est bientôt une autre fente qui se présente à la même place : elle découvre alors une région non impressionnée de la glace, puisque celle-ci décrit un arc de cercle de grandeur déterminée immédiatement après le passage d'une fente.

Un chronomètre notant automatiquement l'heure exacte où l'appareil est mis en marche avant le contact, et celle où il s'arrête après le contact, il est aisé de calculer très rigoureusement l'heure de chaque position photographiée y compris l'instant où les deux disques sont tangents, et, suivant les deux modes d'observation indiqués par M. Mouchez (2) et M. Faye (3), l'heure où le centre de la planète passe sur le bord du soleil ou d'une de ses taches.

Cette méthode, qui a encore besoin d'être améliorée pour éliminer la perturbation due aux ondes atmosphériques, fut appliquée pour la première fois en 1874, pour enregistrer les occultations du soleil par Vénus; elle a permis aussi, ce qui équivaut aux mesures micrométriques les plus précises, de comparer les distances franchies par les deux astres aux temps employés à les parcourir. D'où la possibilité de perfectionner les tables astronomiques en utilisant, suivant l'exemple donné par M. Janssen (1), l'observation jusqu'alors délaissée des éclipses partielles.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 677, 15 février 1873 et t. LXXIX, 6 juillet 1874.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 814, 4 avril 1881.

(3) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 555, 10 octobre 1881.

Ces résultats sont bien faits pour nous séduire si nous songeons à l'éloignement des corps que la science contraint à écrire eux-mêmes sur un morceau de verre leur propre histoire. Mais rien n'arrête le « roseau pensant ». Les trente-sept millions de lieues qui le séparent du soleil ne l'ont pas empêché de pénétrer en partie les secrets de la constitution physique de cet astre.

III.

L'utilité de cette étude n'échappera à personne. Il n'y a pas deux Mécaniques, deux Physiques, deux Chimies, et il est évident que toute loi révélée par l'observation des phénomènes dont le soleil est le siège s'applique à l'universalité de la nature. Or le soleil est de tous les foyers de lumière le plus accessible à l'investigation, en raison de sa proximité relative et de son volume qui est, pour la partie visible à l'œil nu, 1 280 000 fois plus grand que celui de la terre.

Trois méthodes, l'analyse spectrale, la polariscopie, et plus récemment la photographie, ont fait faire un grand pas à la connaissance du soleil. Chacune d'elles a eu sa part de conquêtes. La première, bien assise depuis 1859 (2), a montré que la lumière de l'astre est émise par une masse centrale solide, liquide ou nuageuse, qu'entoure une atmosphère absorbante et moins chaude de vapeurs métalliques. En découvrant dans cette atmosphère et dans les étoiles la plupart de nos bases terrestres, elle a établi l'unité matérielle du monde.

C'est elle encore qui mit hors de doute l'existence d'une atmosphère d'hydrogène autour de beaucoup d'étoiles et du soleil. Jusqu'en 1868, on ignorait qu'au delà du limbe solaire que nous pouvons voir avec ou sans instruments, il y eût une matière quelconque. On avait néanmoins observé depuis 1842 que pendant les éclipses totales le bord du soleil présente çà et là des protubérances dépassant la lune, alors que celle-ci recouvre la totalité du disque lumineux. M. Warren de la Rue avait même pu, en 1860, photographier une éclipse dans ces conditions, et M. Laussedat en avait fait un dessin qui représente une immense auréole de lumière autour de notre satellite. Quand vint l'éclipse du 18 août 1868, visible dans l'Inde anglaise et la presqu'île de Malacca, l'attention des astronomes fut surtout attirée par les protubérances. M. Janssen y observa au spectroscope les raies brillantes de l'hydrogène, et, résultat inespéré, il réussit à les y voir le lendemain même de l'éclipse (3). Enfin, en 1871, il fit à Schoolor, dans les monts Neelgherry (Indoustan), l'observa-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, 11 août 1879.

(2) Bunsen et Kirchhoff, *Annales de Poggendorff*, t. CX et t. CXIII.

(3) Le procédé qu'il a imaginé pour étudier en tout temps les protubérances consiste à placer la fente du spectroscope tangentiellement au disque solaire; partout où la fente rencontre une protubérance, les raies de l'hydrogène sont renversées comme pendant les éclipses. — Deux mois après, et sans avoir connaissance de la découverte de M. Janssen, M. Norman Lockyer parvenait, à Londres, au même résultat.

tion d'une éclipse totale à l'aide d'un télescope à court foyer, muni d'un polariscope et d'un spectroscope tellement rapproché du chercheur que les deux yeux pouvaient s'appliquer simultanément à l'un et à l'autre. Grâce à ces dispositions, surtout à la grande clarté de l'image, il découvrit les raies de l'hydrogène dans le spectre de la couronne, où il put suivre la prolongation des principales raies des jets protubérantiels. Le spectroscope mit en évidence l'hydrogène incandescent, et le polariscope la lumière réfléchie du milieu coronal. Ce milieu est donc constitué par une atmosphère gazeuse sans cesse agitée par les courants d'hydrogène que la couche sous-jacente lui envoie. Il a pu être photographié et par conséquent mesuré (1). Il s'étend à des distances du soleil qui varient d'une façon approximative de 80 000 à 160 000 lieues de 4 kilomètres.

Le globe central du soleil est donc entouré de plusieurs enveloppes gazeuses (2). L'interne ou *photosphère* qui est aussi la plus considérable, la plus dense, la plus lumineuse et la plus chaude, est recouverte d'une couche mince de vapeurs métalliques incandescentes qu'entoure la mer d'hydrogène ou *chromosphère*. Les protubérances, visibles pendant

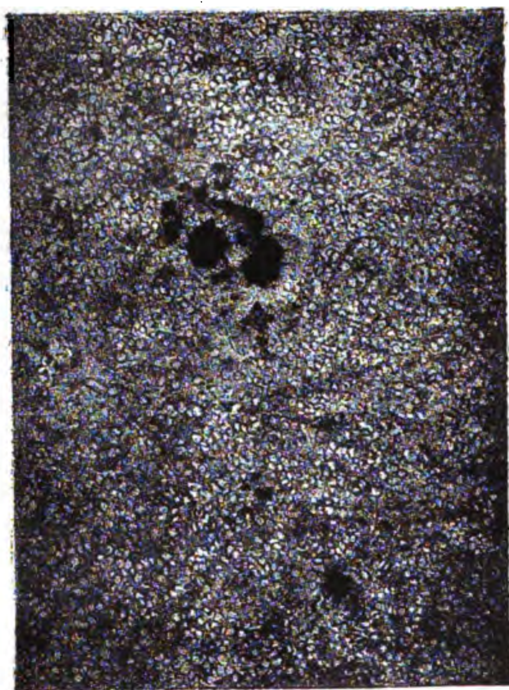


Fig. 17. — Une tache du soleil, d'après une photographie de M. Janssen.

les éclipses, sont des torrents de la chromosphère qui vont injecter l'atmosphère coronale. Sur une photographie que M. Ch. Zenger (3) a faite à Prague, le 19 juillet 1879, on voit très bien la photosphère et la structure recourbée de la couronne.

(1) Zenger, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 537, 7 mars 1881.

(2) Sans compter la lumière zodiacale, encore imparfaitement étudiée.

(3) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 537, 7 mars 1881.

Les taches (fig. 17) que l'on aperçoit sur le disque du soleil, quand on l'observe dans une lunette, sont considérées par les astronomes comme d'immenses déchirures de la photosphère. M. Janssen a pu, en avril 1877, prendre de ces taches plusieurs photographies successives (1). La comparaison des clichés a fait voir qu'au moment du minimum, de petites taches apparaissent et disparaissent dans l'espace d'un à deux jours. On ne saurait donc attribuer le *phénomène du minimum* à une sorte de repos de la photosphère, ainsi qu'on l'avait provisoirement admis.

Mais là ne se bornent pas les services que la photographie peut nous rendre pour nous éclairer sur la nature de la photosphère. Dans les mains de M. Janssen, elle a résolu des problèmes devant lesquels l'impuissance des autres méthodes, de l'analyse spectrale ou polariscopique, a été reconnue.

Nous avons dit que ce savant est arrivé à faire disparaître l'*irradiation* en combinant la diminution du temps de pose avec l'agrandissement de l'image. Or, l'irradiation pouvant atteindre vingt secondes, et le diamètre moyen des granulations de la photosphère visibles dans la lunette ou le télescope étant d'environ une ou deux secondes d'arc, la photographie ne fut en mesure de les reproduire que du jour où l'irradiation fut supprimée.

La durée de la pose pour laquelle il n'y a pas d'irradiation sensible varie avec l'état du ciel et surtout la nature de la glace employée. Pour le collodion humide (2), elle est généralement de 1/3000 de seconde en été. Dans la même saison elle se réduit à 1/20 000 et quelquefois à 1/40 000 de seconde pour le gélatino-bromure d'argent sec.

La figure 18 représente l'obturateur qui permet d'obtenir des poses aussi courtes. Il est placé dans le corps de la lunette au foyer de l'objectif, l'image réelle se formant dans le plan de l'ouverture médiane dont sa partie immobile, la plaque A, est pourvue. Cette plaque porte une coulisse B munie d'une fente rectangulaire qu'on peut rétrécir ou agrandir en faisant avancer ou reculer la lame C au moyen de la vis V. Des ressorts XX, tendus de la plaque fixe A à la coulisse B, impriment à cette dernière un mouvement de translation, dès que le fil F qui la retenait vient à être coupé. L'action accélératrice des ressorts cesse, dès que la fente de la coulisse B découvre l'orifice de la plaque fixe A. La coulisse continue donc sa course en vertu de la vitesse acquise et la parcourt d'un mouvement uniforme pendant le temps requis pour la production de l'image. Cette durée se mesure à l'aide d'un diapason dont on connaît le nombre des vibrations. Il est facile de la rapporter à la lumière normale, quand on connaît le pouvoir absorbant et le pouvoir amplifiant des lentilles employées.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, 16 avril 1877.

(2) Pour les photographies du soleil, le tissu du collodion doit être de la plus fine qualité. A l'Observatoire de Meudon, on le prépare au moyen du coton-poudre, à la température de 60 à 80° C. On le sensibilise, suivant le procédé de M. Arents, par l'addition de quantités convenables d'iodure d'ammonium, de cadmium et de potassium, et de bromure d'ammonium et de cadmium.

Les surfaces des glaces sur lesquelles l'obturateur permet de régler ainsi la durée de l'action lumineuse sont des carrés dont le côté a été porté successivement à 36, 57, 64, et enfin 81 centimètres. Tous les phénomènes contemporains dont une région très étendue du soleil est le théâtre sont inscrits sur ces grands clichés. Il est donc possible de se rendre compte de la diversité qu'ils présentent, de bien connaître la forme longtemps discutée des granulations, de les mesurer, d'en suivre les métamorphoses. Les incessantes variations de leur forme trahissent une constitution liquide ou gazeuse et une pression extérieure à chaque grain. Ainsi la photographie conduit à admettre pour les granulations un état analogue à celui de nos nuages atmosphériques, c'est-à-dire à les considérer comme un agrégat de corpuscules solides ou liquides nageant dans un milieu gazeux (1).

Ces granulations, qui ne sont que des fractions de la photosphère divisée par l'ascension de courants de gaz, ont des points d'élection. La photosphère est ainsi partagée en régions de repos et de mouvement relatifs, de sorte que les granulations, au lieu de se répandre toutes sur la même surface, se répartissent à des profondeurs très différentes. De là la diversité de leur éclat sur les photographies.

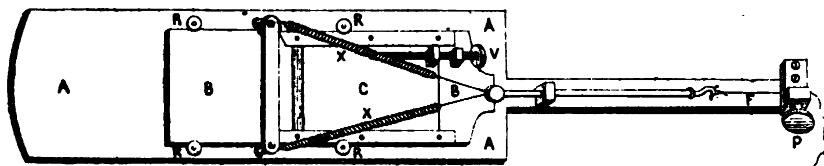


Fig. 18.

Les lignes suivant lesquelles l'agitation des granulations est le plus active constituent un réseau sur les clichés. La découverte de ce *réseau photosphérique* faite par M. Janssen (2) en 1877 ne pouvait être obtenue que par la photographie. « Il est clair, dit l'auteur (3), que le phénomène ne peut être visible que dans les instruments qui montrent bien la granulation, c'est-à-dire dans les grands instruments munis d'oculaires puissants ; mais on sait que dans ces circonstances le champ embrassé par la vue est extrêmement limité, tellement limité qu'il est impossible d'embrasser une étendue de la surface solaire suffisante pour reconnaître l'existence du réseau. C'est là ce qui explique comment un phénomène aussi capital a constamment échappé, depuis plus de deux siècles et demi, aux observateurs, parmi lesquels il y eut tant d'hommes de génie. Il en est tout autrement de la photographie. En suivant la méthode que nous avons indiquée, elle donne des images où la granulation a une netteté qui ne peut être atteinte que par les grands instruments, et, ces images embrassant le disque entier de l'astre, elle nous permet d'y constater l'ensemble des modifications que la granulation peut subir. Mais il faut, bien entendu, que la grandeur des images solaires permette de voir nettement la granulation, ce qui exige des images d'au moins 0m,18 à 0m,20..... Le phénomène n'est réellement bien visible que sur les photographies de 0m,25 à 0m,30 de diamètre. » Ajoutons qu'il est infiniment plus sensible sur les beaux clichés de 108 centimètres de côté obtenus par grandissement, dont M. Janssen fait collection à l'Observatoire de Meudon. Cette série d'images constituera pour l'avenir une source précieuse de comparaisons et de renseignements.

On y a déjà observé la rareté relative des granulations les plus brillantes; ce fait prouve que le pouvoir lumineux du soleil réside principalement dans un petit nombre de points sans cesse différents de la surface photosphérique et milite en faveur de la théorie de M. Faye, suivant laquelle les granulations, véritables nuages solaires, se condensent à mesure qu'ils rayonnent, tombent vers le centre beaucoup plus chaud de l'astre, s'y vaporisent et sont ramenés à la surface par les courants d'hydrogène.

Quant à l'appréciation des températures du soleil, supposées décroissantes du centre à la périphérie, il est encore évident que les moyens ordinaires de la calorimétrie ne peuvent y servir : ils n'atteignent que la chaleur rayonnante qui a traversé les écrans atmosphériques de l'astre, et ne nous donnent que des indications indirectes relativement au pouvoir émissif. Mais si l'on photographie les spectres des diverses régions de l'astre, il devient possible de déterminer les longueurs d'ondes des rayons et d'en déduire les températures.

C'est dans ce but que M. Norman Lockyer, M. Huggins et M. Janssen (1) photographient les spectres des différentes parties du soleil.

IV.

En comparant les images photographiques de ces spectres à celles des spectres des étoiles, on obtient le rapport des réfrangibilités de leurs lumières. On peut aussi en tirer des conséquences importantes sur leurs températures, M. Ch. Fiévrez ayant montré (2) que « l'élargissement des raies de l'hydrogène est corrélatif de l'élévation de température ». D'après ce savant, on peut affirmer que « la température d'un corps céleste est plus élevée que celle d'un autre, lorsque les raies de l'hydrogène du premier sont plus larges et plus nébuleuses que celles du second, assertion conforme, du reste, aux idées de Huggins et de Vogel sur la constitution physique des étoiles ».

Cette méthode toutefois ne peut conduire, dans l'état actuel de la science, qu'à des résultats assez vagues ; tandis que la *photométrie photographique* établit d'une façon bien plus précise les intensités des diverses lumières. Le procédé

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, 31 décembre 1877.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXXV, 29 octobre 1877.
(3) *Comptes rendus*, t. XC, 5 janvier 1880.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, 1er septembre 1879.
(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 521, 7 mars 1881.

adopté par M. Janssen (1) consiste à déterminer l'intensité de la radiation par le degré d'opacité qu'elle provoque sur le cliché.

L'emploi d'obturateurs à ouvertures triangulaires de dimensions connues permit à cet effet d'obtenir, pour la même lumière, toute une série d'opacités différentes correspondant à une échelle très étendue de temps de pose. La comparaison de ces diverses opacités de la glace suivant leur distance au sommet du triangle, c'est-à-dire suivant la durée des impressions, a montré que, pour un même temps de pose, le rapport des opacités n'est pas égal à celui des intensités, mais que, *quand deux sources d'inégale intensité ont accompli sur la même plaque un travail photographique égal, leurs intensités sont dans le rapport inverse des temps qu'elles ont respectivement employés.*

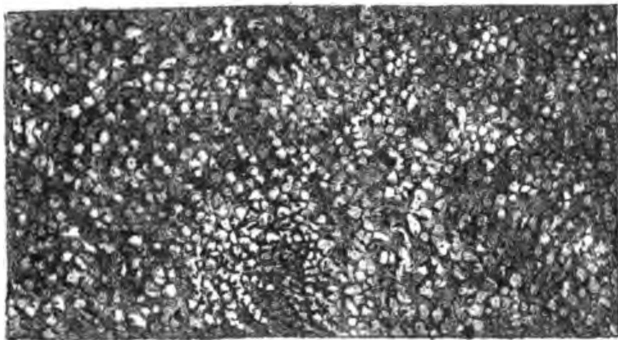


Fig. 19. — Granulations photosphériques du soleil, d'après un cliché de M. Janssen.

Dès lors, le problème revient à chercher les durées de pose requises pour effectuer la même réduction de sels d'argent. On prend plusieurs séries de photographies du Soleil, de Sirius, de la Chèvre, d'Arcturus, etc., chaque série correspondant à une gamme particulière de temps de pose. On note, en en choisissant un dans chaque série, les clichés d'égale intensité. On calcule le rapport des nombres qui expriment les durées des impressions, et on le renverse pour avoir celui des intensités.

La faiblesse de la lumière ajoute ici à la difficulté de l'entreprise. Parcourant soixante-dix-sept mille lieues par seconde, elle met trois ans pour nous venir de l'étoile α du Centaure, huit ans de l'étoile 61 du Cygne, trente ans d'un grand nombre d'étoiles de sixième grandeur, deux mille ans en moyenne des étoiles de treizième grandeur. Aussi l'éclat de ces lumières est-il très petit ; celle que nous envoie l'étoile la plus rapprochée de nous, l'α du Centaure, est vingt-deux mille millions de fois moindre que celle que nous recevons du soleil. Cette faible intensité exige une grande prolongation de l'action actinique sur la glace sensibilisée. Le temps de pose atteint jusqu'à une heure ou une heure et demie, et, par conséquent, nécessite la translation de l'appareil photographique. Le mouvement, commandé par un système d'horlogerie, est réglé de telle sorte que l'instrument suive l'étoile d'une façon continue.

(1) *Comptes rendus*, t. XII, p. 821, 4 avril 1881.

Cette disposition est adoptée aussi pour les photographies lunaires, la lumière réfléchie par notre satellite en opposition étant trois cent mille fois moindre que celle du soleil. Avec le collodion humide, la pose est environ d'une demi-heure. L'emploi du gélatino-bromure d'argent la réduit à une minute pour les petites images.

Dans ces conditions, l'achromatisme chimique est de telle importance qu'ayant à construire, en 1874, un objectif qui y satisfît, M. Prazmowski eut soin, avant de tailler les verres, de déterminer, par la photographie des spectres du flint et du crown, les rayons sur lesquels l'achromatisme devait porter. On peut aussi, dans certains cas, transformer un objectif achromatisé pour la vision en un objectif achromatique pour la photographie, à la condition d'user d'un moyen indiqué par M. Cornu (2) : il suffit d'écarter les deux lentilles d'une quantité donnée par le calcul ou l'expérience.

Mais, en général, le télescope convient mieux que la lunette astronomique pour photographier la lune, eu égard au plus grand éclat des images qu'on en obtient. La réduction de la distance focale du miroir a pour conséquence l'accroissement de l'intensité lumineuse de l'image. Aussi M. Janssen l'a-t-il appliquée au télescope dont il a fait usage pour photographier la lumière cendrée de la lune (2) et les étoiles, et qu'il fit construire, en 1870, pour déterminer la nature de la couronne (1).

Ce précieux instrument a subi des vicissitudes dont l'histoire des sciences et la piété nationale garderont le souvenir. Fabriqué à Paris, en 1870, il était destiné à l'observation d'une éclipse visible en Afrique ; malheureusement, avant d'être achevé, il se trouva retenu avec M. Janssen dans la capitale assiégée. C'est une des tristes calamités de la guerre de s'opposer aux conquêtes de l'intelligence. Les astronomes et les physiciens de la Grande-Bretagne envoyèrent une députation à M. de Bismarck pour lui demander la libre sortie du savant français. Mais celui-ci avait déjà pris ses dispositions pour ne rien devoir à la générosité du vainqueur. Le 2 décembre 1870, jour de la bataille de Champigny, avec l'aide d'un marin, il partit de Paris en ballon, au-dessus des balles ennemies, emportant avec lui son télescope et le noble espoir d'agrandir encore le domaine de la vérité. Aussi bien y avait-il comme une muette, mais éloquente protestation contre la force dans cette pacifique ascension entreprise pour la science et la patrie humiliée.

Le télescope, qui voyagea ainsi en ballon, a été depuis affecté à de grands travaux relatifs aux pouvoirs rayonnants

(1) *Journal de physique*, t. III, p. 108, 1874. Ce procédé ne donne de bons résultats que dans le cas où l'on utilise seulement la partie centrale de l'image.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 496, 7 mars 1881. En faisant la photographie au moment où, dans une éclipse, le bord du soleil est échancré par la lune, on obtient une image sur laquelle la mesure des reliefs lunaires peut être déduite de la comparaison micrométrique de leur grandeur à celle du disque du soleil.

des étoiles et à la photographie des nébuleuses. Si donc son histoire est liée à celle de nos revers, n'est-il pas vrai de dire qu'elle a bien aussi sa part de gloire ?

A l'étranger, ce sont surtout M. Rutherfurd, M. Gould, M. Norman Lockyer, M. Huggins et le P. Secchi, qui ont fait progresser le plus l'étude physique des étoiles. Les deux premiers se sont appliqués plus spécialement à la photographie des constellations; il est très intéressant d'en enregistrer la forme à des intervalles de temps réguliers, puisqu'elle change au point que M. Otto Struve a calculé les mouvements propres de 392 étoiles (1). La photographie des spectres d'un grand nombre de ces étoiles a été tentée avec succès. M. Norman Lockyer et M. Huggins ont ainsi affermi l'hypothèse de Laplace et d'Herschel, d'après laquelle les planètes seraient des étoiles éteintes, et les étoiles des nébuleuses condensées. L'examen des images photographiques qu'ils ont obtenues des spectres de beaucoup d'étoiles montre, en effet, que ces astres sont à des états différents de combustion. Les étoiles blanches (exemple : Sirius, α de la Lyre, α de l'Aigle, Altaïr, Régulus) sont caractérisées surtout par l'abondance de l'hydrogène incandescent à haute pression; elles renferment aussi du sodium et du magnésium. Les étoiles brillantes (exemple : Arcturus, la Chèvre, Pollux) ont une constitution plus variée; leur composition est voisine de celle du soleil. Les étoiles rougeâtres, beaucoup moins chaudes, semblent entourées d'une atmosphère absorbante (2).

Ainsi les étoiles se transforment. On en a vu s'embraser, puis s'éteindre subitement dans les cieux. Elles procéderaient des nébuleuses et donneraient naissance aux planètes. Si incertaines que ces vues puissent paraître, elles sont peut-être susceptibles de vérification expérimentale. Car s'il est vrai que les nébuleuses non résolubles se condensent pour former des étoiles, une longue suite de photographies permettra d'apprécier le phénomène. Mais ce travail offre des difficultés spéciales. Les contours des nébuleuses ne sont pas nettement arrêtés; leurs différentes parties sont inégalement lumineuses; il paraît donc, au premier abord, impossible de définir les conditions, temps de pose, sensibilité de la glace, transparence de l'atmosphère, que l'astronome devra observer pour avoir le droit d'attribuer les différences accusées par son image à des changements véritables dans la structure de l'astre. Cependant M. Janssen (3) a pu préciser ces conditions en recourant à un témoin qui en exprime la résultante. Ce témoin, c'est une étoile. Au foyer du télé-

(1) Il y a encore beaucoup à faire dans cette voie : une succession de clichés représentant chaque année, pendant plusieurs lustres, les étoiles doubles comme ζ de la Grande-Ourse ou γ de la Vierge mettrait en évidence la loi de la rotation de l'étoile satellite. Elle accuserait aussi les variations de l'intensité lumineuse des étoiles périodiques, telles qu'Algol et β de la Lyre, des étoiles changeantes comme η du Navire et les curieux phénomènes que présentent les étoiles temporaires. Il ne nous paraît pas que ces intéressantes recherches aient attiré, autant qu'elles le méritent, l'attention des observateurs.

(2) Secchi, *le Soleil*, 2e édition, t. II, p. 451-453.

(3) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 261, 7 février 1881.

scope ou de la lunette, l'étoile ne donne qu'un point; mais un peu en dedans du foyer, elle donne un cercle de très petit diamètre, dont on peut apprécier la teinte avec des cercles de même origine. « Si une photographie de nébuleuse, dit M. Janssen (1), est accompagnée de cinq ou six de ces cercles stellaires, obtenus d'ailleurs dans les mêmes conditions qu'elle, ils permettront aux observateurs de l'avenir de se placer dans des conditions non pas semblables pour chacune d'elles, mais équivalentes dans leur résultat final, ce qui est le but cherché. »

L'astronomie est donc en possession d'une méthode qui lui permet de fixer à différentes étapes et de suivre pas à pas l'évolution de la matière cosmique. Nous voilà loin du temps où Fénelon pouvait écrire : « Depuis tant de siècles que nous avons des observations astronomiques, on est encore à découvrir le moindre dérangement dans les cieux (2). » Il a fallu les grands travaux des astronomes de ces deux derniers siècles pour introduire la nouvelle doctrine dans la science. A l'heure actuelle, que de gens encore s'effrayent d'un doute sur l'immutabilité de l'univers, aimant mieux croire avec Chateaubriand « que le Créateur planta d'abord de vieilles forêts et de jeunes taillis, que les animaux naquirent, les uns remplis de jour, les autres parés des grâces de l'enfance (3) ! »

V.

C'est ainsi que peu à peu la notion d'une transformation continue se substitue à celle de la fixité dans la conception philosophique du monde. Les comètes, tout autant que les autres astres, ont bouleversé sur ce point les anciennes croyances. Autrefois considérées comme les avant-coureurs de terribles cataclysmes, des signes évidents de la colère céleste, elles n'excitent plus aujourd'hui que la curiosité savante. Cependant, si le calcul ne permet plus de les accuser de vagabondage, les astronomes discutent encore au sujet de leur constitution physique. La question a donné lieu, l'an dernier, à des débats retentissants, au sein de l'Académie des sciences, à l'occasion de la belle comète *b* 1881. Nous les rappelons seulement pour montrer quels nouveaux éléments de discussion la photographie y a apportés.

Suivant l'opinion généralement acceptée dont M. Faye (4) s'est fait le défenseur, la queue de la comète est de même nature que la tête; elle en représente les débris, gaz refoulés par la répulsion du soleil. La comète les perdrait derrière elle comme la cheminée d'une locomotive perd sa fumée. Il paraît cependant difficile d'expliquer ainsi la continuité de la queue. Sir John Herschel avait déjà fait remarquer que cette queue ne présente pas de dislocations; elle n'est pas interrompue (5); l'illustre savant ne pouvait admettre qu'une

(1) *Comptes rendus*, t. XCII.

(2) *Traité de l'existence de Dieu*, 1re partie, chap. XI.

(3) *Génie du christianisme*, 1re partie, liv. IV, chap. V.

(4) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 11, 11 juillet 1881 ; p. 229, 1er août 1881 ; p. 360 et 362, 22 août 1881. Voy. aussi la *Revue* du 11 mars 1882.

(5) Disons cependant que la queue de la comète de Donati a pré-

matière gazeuse, semblable à celle de la tête, ne se brisât pas par suite de la forme du mouvement et de la prodigieuse vitesse de l'astre. On sait que la comète de 1843 a parcouru un angle de 180° en deux heures et quelques minutes. La vitesse de translation atteint jusqu'à 64 millions de mètres par seconde. Or M. Flammarion (1) a calculé que cette vitesse est bien supérieure à celle que l'attraction solaire peut imprimer; et, ayant vérifié sur la comète *b* 1881 quelques-unes des observations faites sur l'extrême transparence de la queue de plusieurs comètes, il fut amené par cette double considération à reprendre l'hypothèse d'Herschel et à ne voir dans la queue, toujours dirigée à l'opposite du soleil, qu'une illumination électrique de l'éther ou un mouvement ondulatoire excité par la comète elle-même, pour ainsi dire dans la trace de son ombre.

Ces deux théories n'eussent guère pu être soumises à l'épreuve de l'observation, si la photographie n'eût fourni le moyen d'apprécier les qualités spectrales de la lumière des comètes. C'est d'abord M. Huggins (2) qui, obtenant après une pose d'une heure, un cliché du spectre du noyau de la comète *b* 1881, fit de cette façon une très intéressante découverte. Le cliché montrait, en effet, plusieurs raies noires de Fraunhofer, ce qui accuse une origine solaire; mais en outre, et c'est là un indice de lumière propre, il révélait, dans la partie ultra-violette, l'existence des raies brillantes de l'hydrogène, de l'azote et du carbone, les deux bandes de ce dernier corps étant d'une parfaite netteté. C'est la photographie seule qui a conduit à cet important résultat. Deux groupes de raies, bien visibles sur l'épreuve, se rapportent, d'après MM. Liveing et Dewar (3) aux composés du carbone, notamment du cyanogène. Selon la remarque de M. Berthelot (4), ces faits rendent vraisemblable l'origine électrique de la lumière propre des comètes, les spectres de l'acétylène et de l'acide cyanhydrique étant caractéristiques de l'illumination électrique d'un gaz contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, libres ou combinés.

On ne saurait toutefois voir là une preuve décisive de ce que M. Flammarion appelle avec une certaine exagération d'expression qui rend bien sa pensée, l'*immatérialité* des queues cométaires. La continuité de leur spectre, les traces de polarisation que M. Prazmowski (5) croit y avoir constatées, mais qui, d'autre part, n'ont pu être aperçues par M. Wolf (6), constitueraient, si l'observation les confirmait, deux graves objections à cette brillante hypothèse. Tout ce que l'on peut dire à cet égard, dans l'état présent de la science, c'est que la photographie semble attribuer aux queues une lumière propre; la polariscopie, peut-être une lumière réfléchie. L'hypothèse de la lumière réfléchie a contre elle l'aspect rectiligne des queues des grandes comètes de 1860, 1843, 1880 et même de la comète *b* 1881. La théorie de M. Flammarion rend compte de ce phénomène; il ne nous paraît pas que, dans le système opposé, on puisse l'expliquer en supposant que la terre est restée dans le plan de l'orbite de ces comètes, car, alors même qu'elles ont contourné le soleil à leur périhélie, leurs queues sont restées rectilignes. La connaissance de la constitution physique de ces astres est sans doute réservée aux prochaines observations, grâce aux mesures photométriques que les récents progrès de la photographie des comètes permettent d'effectuer désormais sur les clichés.

La comète *b* 1881 est, en effet, la première comète qui ait pu être photographiée dans son ensemble. M. Janssen en a obtenu une fort belle épreuve dans la nuit du 30 juin au 1er juillet (1). Eu égard à la faible intensité de la lumière de l'astre, il a dû opérer avec le télescope à court foyer et employer les plaques sèches au gélatino-bromure d'argent. Cette disposition a réduit le temps de pose à une demi-heure; il fallait que pendant cette durée le télescope suivît la comète. Condition difficile à réaliser en raison même du mouvement de l'astre qui ne coïncide pas avec le mouvement diurne du ciel, et dont la vitesse varie suivant la distance au soleil. M. Janssen y a cependant satisfait en calculant ce mouvement indépendant pour l'époque de l'observation, et en le décomposant suivant un parallèle et un méridien. Les vitesses dans les deux sens furent obtenues par une action sur le régulateur et la vis de rappel en déclinaison.

La tête étant bien plus lumineuse que la queue, il en résulte que sur le cliché le noyau est toujours surposé quand la queue est bien représentée; inversement, chaque fois que le noyau n'est pas surposé, l'image de la queue est imparfaite. Heureusement, avec une série de clichés correspondant à différentes durées d'exposition, il est possible de reproduire une image exacte de la totalité de l'astre.

La figure 20, reproduction très fidèle d'une photographie, montre que la queue se compose de faisceaux presque rectilignes qui divergent à partir de la tête; le faisceau médian est plus accentué et beaucoup plus long que les autres. Il est bien remarquable que cette structure, parfaitement nette sur les clichés, n'ait auparavant été aperçue ni à l'œil nu, ni dans les instruments oculaires. Enfin la même figure fait voir à travers la queue de la comète plusieurs étoiles, sans doute très éloignées, qui jusqu'alors n'ont été indiquées sur aucun atlas et dont la photographie a décelé la présence dans le ciel. Contrairement à ce qui se passe dans la vision, l'accumulation de la radiation a compensé, dans le phénomène photographique, la faiblesse de la lumière. Ce fait témoigne aussi de la grande transparence de la queue de la comète; il

senté une sorte de stratification, ainsi que M. Schwedoff l'a rappelé en 1881. (Voyez *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 373, 22 août 1881.) Mais cette stratification s'explique plutôt mieux par une série d'ondulations régulières que par une fragmentation.

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1491, 27 juin 1881; t. CXIII, p. 135, 18 juillet 1881.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1483, 27 juin 1881; t. XCIII, p. 26, 11 juillet 1881.

(3) *Proceedings R. S.*, t. XXX, p. 494, cités par M. Huggins (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 26, 11 juillet 1881).

(4) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 26, 11 juillet 1881.

(5) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 41, 11 juillet 1881; p. 262, 1er août 1881.

(6) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 36, 11 juillet 1881.

(1) *Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1882.

concorde bien avec cette observation de Piazzi (1811), que l'éclat des étoiles semble plus grand qu'à l'ordinaire quand on les regarde à travers une queue cométaire; ce curieux phénomène paraît être un sérieux argument en faveur de la thèse de M. Flammarion.

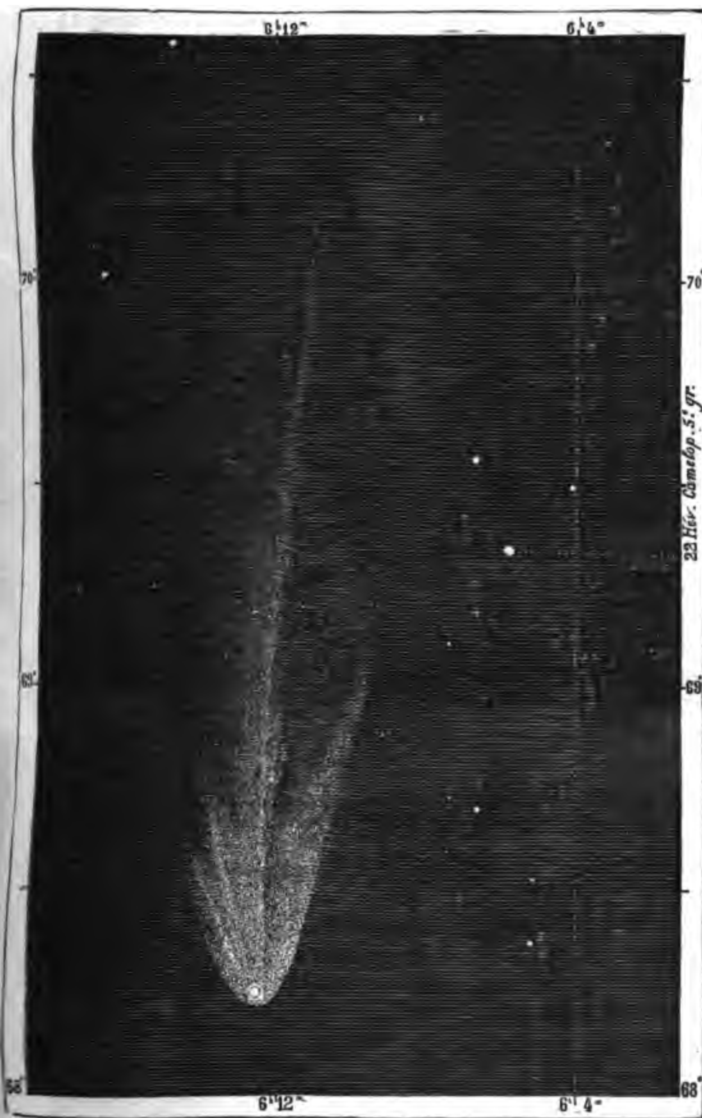


Fig. 21. — Comète *b* 1881, d'après une photographie de M. Janssen (1).

Pour la juger complètement, il faudrait pouvoir comparer plusieurs photographies de l'astre prises à des distances différentes du soleil; à la condition que la forme de la comète change peu; il est évident que l'éclat de la queue variera considérablement sur la série des photographies s'il est dû en totalité ou en partie à la lumière réfléchie du soleil. Si, au contraire, il consiste en une illumination électrique de l'éther, il demeurera constant.

(1) Nous devons communication de ce cliché à M. G. Masson, éditeur, et à M. Tissandier, directeur du journal *la Nature*, auxquels nous sommes heureux d'exprimer ici tous nos remerciements.

La méthode suivie pour apprécier les pouvoirs rayonnants du soleil et des étoiles s'appliquera aussi bien à ces déterminations photométriques; et, dans le cas où il y aurait à la fois de la lumière propre et de la lumière réfléchie, elle permettrait d'en évaluer la proportion. M. Janssen l'a pratiquée sur le cliché de la comète *b* 1881 que reproduit notre figure. Il a pris comme point de comparaison la lumière de la pleine lune photographiée à l'aide du même télescope et des mêmes plaques sensibles. La considération des temps de pose montre que l'intensité moyenne de la lumière de la queue à 1° du noyau est trois cent mille fois moindre que l'intensité *moyenne* de la lumière de la pleine lune. Quant à la décroissance de l'intensité lumineuse en fonction de la distance au noyau, les mesures effectuées sur les clichés indiquent qu'elle est comprise entre la quatrième et la sixième puissance de cette distance.

VI.

De ces multiples applications à l'étude du ciel, la photographie a tiré profit pour elle-même. C'est ainsi qu'ont été découverts l'action de l'intensité de la lumière sur l'épaisseur des sels d'argent décomposés, le renversement des images et la différenciation spectrale.

Il est impossible de peser le dépôt d'argent provoqué par l'action de la lumière. Mais l'usage des obturateurs à ouvertures triangulaires que nous avons décrits conduit, comme nous l'avons vu, à déterminer l'opacité relative de ce dépôt et permet par suite de mesurer la sensibilité des glaces employées en photographie.

On observe sous ce rapport des différences considérables; mais, ce qui mérite surtout de fixer l'attention, c'est l'influence de la durée de la pose sur ce phénomène. Il résulte en effet de la comparaison de toute une série de photographies solaires faites en des temps différents à l'observatoire de Meudon, qu'il existe une durée de l'action lumineuse pour laquelle il n'y a qu'une teinte uniforme sur le cliché, tandis que l'image est négative en deçà et positive au delà. Ainsi, avec le gélatino-bromure d'argent sec les granulations photosphériques du soleil donnent une image bien négative en 1/20 000 de seconde. Si l'exposition de la glace sensible dure une demie ou une seconde, c'est-à-dire dix mille ou vingt mille fois plus longtemps, le cliché devient positif (1); puis, si l'exposition est suffisamment prolongée, il arrive un moment où l'image est négative. Pour l'obtenir, il faut poser un million de fois plus longtemps que pour la première image négative (2). Ces phénomènes d'inversion se produisent aussi dans la photographie de paysage. M. Janssen a fait des vues du parc de Meudon où le paysage se présente par transparence sur le cliché. La durée de la pose variait d'une heure à trois heures. Suivant l'éminent académicien, « ce sont les mêmes rayons spectraux qui ont donné l'image

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1880, et *Société française de photographie*, 2 juillet 1880.

(2) *Comptes rendus*, 26 juillet 1880.

négative d'abord, puis sa transformation en image positive (1). »

D'après M. Perrot de Chaumeux (2), le renversement observé par M. Janssen a déjà été constaté par quelques expérimentateurs, mais jusqu'alors aucune étude spéciale n'en avait été faite, personne n'ayant découvert les points neutres, ni le retour de l'état négatif à l'état positif, dont la connaissance est indispensable pour établir la théorie des phénomènes photographiques.

La photographie astronomique a jeté aussi un grand jour sur un autre ordre de phénomènes qui intéresse les plus hautes spéculations de la science. Nous voulons parler de la génération des corps réputés simples. On sait que la comparaison des chaleurs spécifiques et des poids atomiques a conduit Proust à considérer les éléments de la chimie comme autant d'états particuliers de la condensation ou de la polymérisation de l'hydrogène. Dans ces dernières années, M. Mendeléjeff a fondé sa *loi de périodicité* sur la relation directe qu'il a remarquée entre la grandeur du poids atomique d'un corps et le nombre des atomes étrangers avec lesquels il se combine. D'où cette conclusion que, partout où la différence des poids atomiques de deux corps voisins est supérieure à trois unités, un corps intermédiaire reste à chercher. C'est ainsi qu'une lacune était indiquée entre l'*aluminium* et l'*indium* et la découverte du *gallium* prophétisée avant que M. Lecoq de Boisbaudran ait vu les deux raies violettes linéaires qui en caractérisent le spectre.

Enfin en 1879, M. Norman Lockyer, étudiant les variations de longueur des raies des corps simples suivant les températures, émit l'idée de la non-simplicité des éléments (3).

Sans répondre absolument à toutes les questions que ces hypothèses soulèvent, la photographie des spectres des nébuleuses a vivement éclairé le problème. Herschel avait cru reconnaître des changements dans la forme de la nébuleuse d'Orion; c'était, suivant le mot de Fontenelle, prendre la nature sur le fait. Nous avons vu que la photographie s'y applique aussi. Mais elle ne se borne pas à enregistrer les modifications de la forme; elle fixe en outre le spectre de la lumière que la masse cosmique nous envoie, et nous renseigne sur la qualité de la matière qui la compose (4). M. N. Lockyer a photographié les spectres des lumières de toute une série de nébuleuses depuis les plus denses jusqu'aux plus raréfiées, et il est arrivé ainsi à reconnaître que le nombre des corps simples dont les raies sont visibles sur les clichés diminue à mesure que l'on passe des premières aux secondes. Les spectres photographiques des plus raréfiées n'indiquent plus que l'hydrogène et le phosphore.

L'expérience serait surtout décisive si elle était faite sur la même nébuleuse à des époques différentes de son développement, c'est-à-dire pendant plusieurs siècles. Mais ces études ne sont que commencées; il faut attendre du temps les révélations qu'elles promettent.

Au point où elle en est, la photographie astronomique semble avoir déjà indiqué le sens de la genèse des corps simples et contribué par là même à mettre en évidence leurs rapports. c'est là l'esprit de la science : « La nature des choses, disait Descartes (1), est bien plus aisée à comprendre lorsqu'on les voit naître peu à peu, que lorsqu'on les considère toutes faites. »

LOUIS OLIVIER.

(A suivre.)

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1880.

(2) *Société française de photographie*, séance du 2 juillet 1880.

(3) Voyez la *Revue* du 1er mars 1879, 2e série, 8e année, n° 35.

(4) Le 7 mars dernier, M. W. Huggins a obtenu une magnifique photographie du spectre de la grande nébuleuse d'Orion. Outre les raies connues, la photographie a révélé l'existence d'une raie très forte dans la partie ultra-violette du spectre. (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 685, 13 mars 1882.)

(1) *Discours de la méthode*, 5e partie.

HISTOIRE DES SCIENCES

Les mœurs des poissons, d'après Aristote

« L'ensemble de la vie des animaux présente plusieurs actions qui sont des imitations de la vie humaine (2). » Telle est l'idée dominante dans les écrits d'Aristote; il faut donc s'attendre à des conjectures plus ou moins justes, auxquelles fatalement l'éminent naturaliste est obligé d'arriver pour pouvoir remplir le vide existant entre les actions des animaux inférieurs, surtout des poissons vivant sous des conditions particulières, et de l'être principal, dont la vie lui sert comme guide et comme point de comparaison, l'homme.

Mais un tel homme ne reculait pas facilement devant les difficultés; avec son puissant génie et l'immensité des sources dont il pouvait disposer, il est arrivé, en accumulant les renseignements, à nous donner un ensemble à peu près parfait sur la tâche qu'il s'est imposée.

Dans cet article, nous tâcherons de grouper succinctement tous les renseignements que contiennent les écrits d'histoire naturelle d'Aristote sur les mœurs des poissons. Nous laisserons, autant que possible, la parole à l'auteur même, parce que quelquefois la manière par laquelle il décrit les choses ajoute un plus grand intérêt aux faits.

Ma tâche étant de lever un peu ce grand voile qui cache à nos regards les œuvres de l'antiquité, rarement j'essayerai d'ajouter quelques notes complémentaires relatives à la traduction, ou nécessaires pour apporter quelque éclaircissement sur certains points.

Le public français, depuis quelque temps, apprécie à leur juste valeur les œuvres du Père des sciences naturelles, et ni les Facultés ni les savants ne ménagent leurs encouragements à ceux qui s'en occupent. Témoin les deux thèses présentées devant la Faculté de médecine de Paris, celle de M. Geoffroy sur l'*Anatomie et la physiologie d'Aristote*, celle de M. Paul Girod sur les *Poissons*, d'après le même auteur, et un article sur les mollusques, auquel M. de Lacaze-

(2) *Hist. Anim.*, livre IX, ch. VII.

Duthiers n'a pas hésité à donner une place dans son journal, *les Archives de zoologie expérimentale.*

DU SOMMEIL DES POISSONS (1).

« Comme tous les autres animaux sanguins, les animaux aquatiques dorment aussi. Leur sommeil est court, en vérité, mais on peut les surprendre en dormant. Pour voir si réellement ils dorment, il ne faut pas regarder leurs yeux, ces animaux étant dépourvus des paupières : c'est par l'état de tranquillité où ils demeurent que l'on peut constater cet état. Il serait peut-être facile de les prendre à ce moment avec la main, mais ils ne peuvent rester longtemps en repos, à cause des *poux* et des *pucerons* (2), qui, profitant de cette occasion, se jettent en grand nombre sur eux et les tourmentent. Ces animaux vivent en telle quantité au fond de la mer, que quelquefois les pêcheurs, en retirant leurs lignes, les trouvent formant comme une boule autour des hameçons.»

Aristote ne s'arrête pas là, mais il tâche d'affirmer le fait du sommeil des poissons par des preuves plus convaincantes. « Voici, dit-il, d'autres témoignages de cet état physiologique. Souvent, en approchant d'eux avec précaution, on peut les prendre à la main, ou les frapper avec le trident avant qu'ils s'en soient aperçus. Dans ces moments de repos, seule leur extrémité caudale exécute des mouvements lents. On peut encore juger qu'ils dorment par la secousse même qu'ils éprouvent lorsque quelque chose vient troubler leur repos. Ils s'élancent alors, comme s'ils étaient éveillés en sursaut. C'est cela aussi la cause pour laquelle on en pêche à feu, pendant les nuits sombres.

« Souvent les pêcheurs qui vont à la découverte des thons arrivent à les enfermer dans leurs filets tous endormis, car ils restent tranquilles, et on voit à demi le blanc de leurs yeux.

« Le plus grand nombre de poissons se reposent plutôt la nuit que le jour. Leur sommeil est tellement profond qu'on peut les percer sans qu'ils remuent. La plupart dorment appuyés sur le sable, sur la terre, ou sur quelque pierre au fond de la mer, ou bien se retirent sous des rochers ou dans quelque cavité du rivage. Les poissons plats se cachent dans le sable ; on les y reconnait par la forme que prend la surface du sable, et ainsi on les attrape en les frappant avec le trident. Mais ce ne sont pas seulement ces poissons qu'on peut ainsi pêcher avec le même instrument ; durant le jour même, on prend des *loups*, des *dorades*, des *muges*, et d'autres poissons semblables, ce qui ne pourrait arriver si ces poissons n'étaient pas endormis. Les selaques (3) sont quelquefois tellement engourdis qu'on peut les prendre à la main. »

(1) Tous les renvois sont faits d'après l'édition stéréotype de Tauchnitz, 1869. Liv. IV, ch. x, de *Hist. Anim.*

(2) Je suppose, étant donnée l'apparence extérieure des *anilocres*, qu'Aristote, sous le nom de *poux* et *pucerons*, désigne ces animaux qui vivent toujours en ectoparasites sur les poissons.

(3) En me rapportant à la dénomination usitée actuellement sur les côtes de l'Archipel, sous ce nom il faut comprendre les *raies*.

HIBERNATION.

De ces faits, relatifs au sommeil chez les poissons, nous allons rapprocher quelques chapitres où est traitée avec beaucoup de détail l'hibernation des poissons, ou plutôt l'état d'engourdissement où tombent, à certaines époques, divers poissons, et qui, d'après Aristote, correspondent au même phénomène chez les animaux supérieurs. « Un grand nombre de poissons hivernent (1). Cela est très manifeste chez certains parmi eux. Dans tous les endroits où on les pêche, ce n'est que pendant certains espaces de temps déterminés, et qui sont toujours les mêmes, tandis que les autres poissons peuvent être pêchés pendant toute l'année.

« Tous les poissons saxatiles se retirent par couples, les mâles avec les femelles, comme pendant la saison des amours ; exemple : les *grives*, les *merles* (2) et les perches. Le congre, la murène et l'orphe hivernent aussi. Les thons se retirent l'hiver dans les lieux où la mer est profonde ; après ce temps, ils deviennent très gras, et on commence leur pêche, qui dure depuis le lever de la Pléiade jusqu'au coucher d'Arcturus (du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre) ; hors cet intervalle, ils hivernent. A l'approche de cette époque, on peut quelquefois les pêcher encore, ainsi que d'autres poissons, qui habituellement sont retirés à ce moment. Cela provient de la température des lieux où l'on se trouve, ou bien quelquefois une suite de beau temps, arrivant dans une époque où on ne s'y attendait nullement, décide quelques individus à sortir pour chercher de la nourriture. Cela arrive généralement pendant les pleines lunes. La chair d'un grand nombre de poissons, pendant l'hibernation, est très douce. Il n'en est pas de même de celle des primades (espèce de thon), qui se cachent en s'enfonçant dans la vase ; on en juge, parce que si, pendant ce temps, on en rencontre une, elle a beaucoup de limon sur le dos et les nageoires froissées. Au printemps, elles sortent et s'avancent vers les côtes, où elles s'accouplent et font leurs petits ; on les prend pleines, et c'est, à ce qu'il paraît, la saison de les manger ; celles qu'on prend en automne ou en hiver sont moins bonnes. Pendant le même moment, les merles aussi sont pleins de laitance. Lorsque les œufs sont encore petits, elles sont difficiles à prendre ; mais, à l'approche de la ponte, on en prend beaucoup ; c'est qu'en ce moment ces animaux subissent une espèce de délire qui les tourmente (3).

« Les lieux de retraites de tous les poissons ne sont pas les mêmes ; il y a des poissons qui se cachent dans le sable,

(1) *De Anim. Hist.*, liv. VIII, ch. XVII.

(2) Il est impossible de savoir à quelle espèce méditerranéenne s'appliquent ces deux noms de poissons, je crois plutôt à une dénomination culinaire d'après la saveur de leur chair, qui a disparu avec le temps.

(3) Quelques traducteurs croient voir dans l'infinitif οἰστρᾶν une indication précise applicable à une passion provoquée par la piqûre d'*œstre* (taon). Si telle était la pensée de l'auteur, il ne pouvait pas manquer de nous la décrire comme il le fait plus loin, et jamais il n'aurait employé l'infinitif du verbe, si la cause lui avait été connue.

d'autres dans la vase, en laissant dehors leur bouche seulement. »

Les époques de retraites ne sont pas non plus déterminées.

« Le plus grand nombre se retire pendant l'hiver, quelques-uns, comme les selariens (*Raja* et *Squatina vulgaris*), ne se cachent que pendant les jours les plus froids de l'hiver : la preuve est qu'on n'en prend point pendant ces jours. Il y a des poissons qui se cachent pendant l'été même, par exemple le *Glaucus* (1), qui disparaît soixante jours durant cette saison. La dorade aussi se cache pendant cette époque.

« Mais, en général, on peut donner comme preuve de la retraite de certains poissons pendant l'été les pêches qui se font au lever des constellations, et surtout au lever de la canicule. C'est que, à ce moment, la mer subit un grand bouleversement, très manifeste au Bosphore. On voit alors la surface de l'eau pleine de vase et de poissons surnageant. Les pêcheurs même prétendent qu'il arrive souvent, en remuant avec leur filet le fond de l'eau, de prendre plus de poissons la seconde fois qu'on le jette que la première. En dernier lieu, je citerai l'apparition subite d'un grand nombre de poissons survenue après des grandes pluies. »

Malgré cet ensemble de faits et ces preuves accumulées pour affirmer sa manière de voir, Aristote, par un heureux détour, nous donne la clef de ces retraites momentanées, en traitant longuement les causes qui déterminent certains animaux à quitter, au moment froid de l'année, leur demeure pour aller chercher plus loin leur nourriture.

Il est à remarquer qu'Aristote attribue ce remarquable phénomène de migration des animaux à la recherche de la nourriture d'un côté et des lieux sûrs pour déposer leur progéniture. — Il n'est nullement question d'*instinct* dans ces écrits.

Mais, à bien réfléchir, ces changements de lieu dans l'espace restreint de la Méditerranée ne peuvent pas être considérés comme de véritables migrations, mais tout simplement comme des voyages peu lointains entrepris pour la recherche d'une nourriture plus abondante et plus facile à se procurer.

Toutes ces restrictions faites, sans nous attacher plus longtemps à des considérations personnelles, donnons la parole à Aristote lui-même.

MIGRATIONS DES POISSONS.

« Parmi les poissons (2), un grand nombre passe tantôt de la haute mer vers les côtes, tantôt des côtes vers la haute mer, pour éviter l'excès du froid ou de la chaleur. Beaucoup de poissons qui voyagent ainsi se dirigent vers la mer Noire. Mais quelques-uns, comme les *Scomber* (maquereaux), n'entrent point dans cette mer, mais ils s'arrêtent dans la mer de Marmara, où ils y passent l'été et y fraient. L'hiver, ils retournent vers la mer Égée. — Les femelles des thons, les pélamides et les bonites, entrent dans la mer Noire au printemps et y demeurent l'été ; il en est de même d'un grand nombre de poissons voyageurs et d'autres vivant par bandes. Le nombre de ces derniers poissons est considérable et ils ont un chef. »

Nous ouvrirons ici une parenthèse en intercalant dans ce chapitre quelques indications complémentaires sur ces poissons, puisées dans l'auteur même (1).

« Parmi les poissons, il en est qui se réunissent et sont amis ; d'autres qui ne sont point unis et vivent en guerre ; quelques-uns se réunissent par bandes dans les temps où les femelles sont pleines ; d'autres, lorsqu'elles se sont déjà débarrassées de leurs œufs. — Voici, en général, les poissons qui vivent par bandes : les femelles des thons, les mainides (*Mœna vulgaris*), les goujons, les *lacerto*, les belones, les pélamides, les scober, les maquereaux, les *coracins*, les dentales, les smyraines, les *anthias*, les *épis*, les *sargins* et les *vogues* (2).

« Certains de ces poissons, non seulement vivent en bandes, mais on peut dire presque par couple. Tous les autres poissons s'unissent aussi par couple, mais cela n'a lieu qu'à des époques fixes, surtout à l'époque de la gestation, quelques-uns même au moment de la ponte.

« Cette réunion par bandes, comme tout nous donne lieu de le croire, ne s'accomplit pas seulement entre des poissons de même espèce, mais quelquefois entre des poissons bien différents non seulement par l'espèce, mais par leurs habitudes ; ainsi se trouvent unis, par exemple, le loup et le muge qui, très ennemis, se réunissent ensemble dans certains temps.

« Cette particularité n'a rien qui peut nous étonner ; ces réunions précaires sont provoquées par une occasion fortuite, par exemple par leur rencontre en un endroit offrant une abondante nourriture. »

Après ces quelques indications, revenons à notre récit primitif et cherchons les causes de l'entrée des poissons dans la mer Noire.

« Tous ces poissons passent dans la mer Noire, d'abord à cause de la nourriture, qui y est meilleure et abondante, et en raison de l'abondance des eaux douces, et encore parce que les animaux voraces y sont plus petits. Les poissons s'y rendent donc et pour s'y nourrir et pour faire leur ponte. Cette mer leur offre des endroits commodes pour déposer leur frai et des eaux potables et plus douces qu'ailleurs pour la nourriture des poissons. Sauf le dauphin qui, du reste, est très petit à cet endroit, et le phoque, aucun autre animal vorace ne s'y rencontre.

« Quand leur ponte est faite et que leurs petits ont pris quelque croissance, ils sortent de la mer Noire aussitôt après le lever des Pléiades (août). Mais si les vents du sud règnent pendant l'hiver, ils sortent plus tard ; si c'est le vent

(1) *Charcharias glaucus* sans doute, le *squale bleu* ou *peau bleu*.
(2) *De Hist. Anim.*, liv. VIII, ch. XV.

(1) *De Anim. Hist.*, liv. IX, ch. III.
(2) La synonymie de tous les poissons écrits en italique nous est inconnue, mais tout nous fait croire à des dénominations des mêmes espèces employées par les pêcheurs.

du nord, ils sortent plus tôt, parce que le vent favorise leur sortie. Alors les poissons qu'on prend au Bosphore sont plus petits, parce qu'ils ont séjourné moins longtemps dans la mer Noire. »

Ici Aristote raconte, à propos des sardines, un fait qui mériterait peut-être confirmation ; je le citerai tout entier pour attirer l'attention des personnes à qui l'occasion se présentera de l'étudier.

« Tous les poissons que l'on voit entrer dans la mer Noire, on les voit aussi en sortir, sauf les *sardines*. C'est le seul poisson qu'on pêche seulement en entrant au Bosphore, mais qu'on ne voit jamais sortir par là. Très rarement les pêcheurs de Byzance en prennent quelques-uns à la sortie, mais ce cas est tellement extraordinaire qu'aussitôt ils les rejettent de nouveau dans la mer. — *La cause de ce phénomène est que ces poissons sont les seuls qui remontent le Danube et descendent par un de ses affluents à la mer Adriatique.* La preuve est que précisément dans la mer Adriatique arrive le contraire de ce que nous venons de dire pour l'entrée de la mer Noire. C'est qu'on ne pêche jamais des sardines qui entrent dans la mer Adriatique, mais on en prend qui en sortent.

« Les poissons à leur entrée et à leur sortie dans la mer Noire ne suivent pas la même côte. Les thons, lorsqu'ils entrent, suivent la rive droite ; à leur sortie, ils suivent la gauche, parce que, dit-on, ils ont la vue plus perçante du côté droit.

« Les poissons voyageurs avancent pendant le jour et s'arrêtent pendant la nuit pour prendre leur nourriture ; mais quand il fait clair de lune ils continuent leur chemin sans se reposer. Les gens connaisseurs de la mer disent que si pendant leur voyage il survient du mauvais temps, comme cela a lieu souvent aux équinoxes d'automne, ils restent au même endroit jusqu'au retour de meilleurs jours ; ainsi, quelquefois on cite des cas où on a vu des poissons être obligés de passer tout l'hiver, jusqu'à l'équinoxe du printemps, à la même place.

« Le moment le plus propice pour la pêche des scober, c'est pendant leur sortie de la mer Noire, et c'est dans la mer de Marmara qu'ils sont meilleurs, avant d'avoir jeté leur frai. Tous les autres poissons voyageurs se pêchent aussi pendant leur sortie et c'est alors qu'ils sont très bons.

« Les poissons pêchés pendant l'entrée dans la mer Noire sont d'autant plus gras qu'ils sont pêchés plus près de la mer Égée ; plus ils ont remonté, plus on les trouve maigres. »

Ce fait mérite d'être rapproché de celui qui se présente chez les oiseaux, qui, au printemps, époque du retour vers nos pays, sont de plus en plus maigres en avançant vers le Nord. Les fatigues du voyage consomment l'embonpoint acquis.

« Généralement la sortie des poissons ne s'effectue pas vers la même époque, étant donné que la nourriture ne peut pas manquer à tous les poissons à la fois ; mais quelquefois, des mauvais temps, surtout des vents du Midi, ayant arrêté ceux qui étaient déjà avancés, les autres même étant partis après, on les rencontre ainsi sortant tous ensemble.

« En somme, les poissons qui voyagent sont ceux de la haute mer. Les poissons des rivages ne quittent pas les lieux et c'est généralement ces poissons qui sont meilleurs à manger. Cela tient à ce que sur les lieux où le soleil donne poussent beaucoup plus de choses, beaucoup plus tendres et meilleurs, comme dans les jardins. Par conséquent, ces poissons ont une nourriture bonne et abondante. En effet, l'algue noire pousse près des côtes, celle du large est une herbe sauvage. Enfin la température des parages voisins de la côte étant plus égale l'hiver et l'été, cela donne de la consistance à la chair des poissons de ces lieux, tandis que celle des poissons de haute mer est lâche.

« Les poissons qui se tiennent sur les côtes sont : le dentale, le *scarabée* (1), l'orphe, la dorade, le muge, le rouget, la *grive,* le *merle,* le *dracon,* le *callionyme,* le goujon et tous les poissons qui vivent sous les roches.

« Ceux de la haute mer sont les selaciens, la pastenague, les congres blancs, le serran, la dorade, le glaucus (squale bleu).

« Certains poissons, comme les *phagres,* les scorpions, les congres noirs, les murènes, les *coucous,* se trouvent dans la haute mer et aussi près des côtes.

« La qualité des mêmes poissons est différente suivant les lieux de leur habitat, exemple les goujons des environs de l'île de Crète, qui sont très gras. — La qualité des autres poissons varie suivant les saisons ; ainsi le thon après le lever de l'arcture (septembre) devient excellent, parce que alors il cesse d'être sous l'influence de cette maladie, qui, comme une espèce de folie, le tourmente pendant l'été. Quelques poissons prospèrent dans les étangs formés par la mer. Par exemple la dorade, le rouget (trigle) et d'autres encore en grand nombre. »

Ces observations de l'auteur sur le régime de ces animaux doivent faire pendant à ce long chapitre des migrations des poissons. Étant donné que la cause principale qui les détermine à changer d'habitation est due au bien-être général, il faut d'abord connaître quelles sont les conditions les plus favorables pour cette fin.

Ces observations, basées presque exclusivement sur des renseignements puisés près de ceux pour qui la mer est un vaste champ d'exploitation, présentent un intérêt tout particulier au point de vue de la pisciculture.

C'est certainement une étude rétrospective, mais en réfléchissant bien après la lecture de ces chapitres d'Aristote, qui pourra prétendre qu'aujourd'hui les naturalistes ou les habitants des côtes n'en savent pas moins que lui ? — Le bord de la mer étant le lieu de ma naissance, et comme naturaliste ayant entrepris l'année dernière un voyage aux bords de la Méditerranée, je suis personnellement persuadé de la justesse du fait que j'avance.

Les procédés de pêche, malgré l'emploi de machines à

(1) Les noms italiques sont la traduction littérale de celles citées par Aristote ; leur synonymie nous échappe.

vapeur, les engins divers, sont restés les mêmes depuis les temps les plus reculés. Le progrès sur ce point n'est pas visible.

Mais donnons la parole à Aristote même :

« Les mêmes saisons, dit-il (1), ni les mêmes degrés de chaleur ne conviennent également à tous les animaux. Sauf chez un petit nombre, les années pluvieuses sont très favorables aux poissons. »

Après ces quelques considérations générales le chapitre suivant devient plus explicite.

« La plupart des espèces des poissons se porte mieux, comme je l'ai déjà dit, dans les temps pluvieux. Ce n'est pas seulement parce qu'alors la nourriture est plus abondante, mais en général la pluie leur est plus avantageuse, de même qu'elle l'est pour les productions de la terre.

« C'est ce qui détermine la plupart des poissons à passer l'été dans la mer Noire : la quantité des fleuves qui se jettent dans cette mer en rend l'eau plus douce et y porte une nourriture plus abondante. C'est par la même raison que beaucoup de poissons remontent les rivières et y sont meilleurs, comme dans les lacs : un exemple frappant de ce fait nous est fourni par le boniton et le muge. Les goujons aussi s'engraissent dans les fleuves, et en un mot, les pays où abondent les lacs ont les meilleurs poissons.

« Les pluies de l'été sont les plus avantageuses pour les poissons ; mais, en somme, il leur faut un printemps, un été, un automne pluvieux et un hiver serein. — En général, on peut dire que la température favorable pour l'homme l'est aussi pour les poissons.

« Dans les lieux froids, les poissons n'abondent pas, mais c'est sur quelques-uns surtout que l'hiver exerce une influence destructive. Tels sont le chromis, le loup, l'ombre et le *phagre* qui, sous le coup du froid, tombent morts.

« Les pluies, bonnes au plus grand nombre des poissons, nuisent au muge et au mulet. Parce que, lorsqu'elles tombent en grande quantité, elles les aveuglent bientôt, s'ils viennent à la surface. — Généralement les mulets éprouvent cet accident pendant l'hiver : leurs yeux alors deviennent blancs, ils perdent leur embonpoint et enfin périssent. Il paraît que c'est surtout le grand froid qui détermine cet accident plutôt que les pluies abondantes. Car souvent après les grands froids on en a pris, soit auprès de Nauplie, soit ailleurs, qui étaient aveugles; et un grand nombre d'autres avaient les yeux blancs.

« La dorade souffre pareillement de l'hiver, l'*acharna* (2) au contraire souffre de l'été et maigrit alors. Le *coracin* parmi tous les poissons est le seul qui se trouve bien pendant les années sèches ; cela doit être attribué plutôt à la chaleur, parce qu'ordinairement les années les plus sèches sont aussi les plus chaudes.

« La santé des poissons dépend encore des différents parages qu'ils habitent. Il leur faut ou la haute mer, ou le voisinage des côtes, selon leur différente nature. Ceux qui vivent dans des endroits mitoyens entre les côtes et la haute mer s'accommodent également de l'un et de l'autre. Il y a aussi des endroits particuliers, singulièrement propres pour chaque poisson ; mais, en général, on peut dire que les meilleurs parages pour eux sont ceux où ils trouvent beaucoup d'algues. Même les poissons qui peuvent s'accommoder à tous les lieux, se trouvent beaucoup plus gras dans ces endroits. Les causes sont faciles à expliquer. Ceux dont le régime est herbivore trouvent là une pâture abondante, et d'autre part les voraces, un grand nombre de poissons pour se nourrir.

« L'exposition au nord ou au midi fait encore une grande différence : les poissons longs se plaisent davantage dans les lieux exposés au nord. Pendant l'été même, on pêche aux endroits ainsi exposés plus de poissons longs que plats.

« Les thons et les espadons sont tourmentés par l'*œstre* vers le lever de la canicule (juin). *C'est une espèce de petit ver de la figure d'un scorpion, et de la grosseur d'une araignée qu'ils ont auprès des nageoires* (1).

« Cet *œstre* leur cause des douleurs si vives, que quelquefois l'espadon saute aussi haut que ferait le dauphin, et souvent vient tomber dans les vaisseaux.

« Les thons aiment singulièrement la chaleur, ils viennent la chercher sur le sable près des côtes ; ils se tiennent sur la surface de l'eau.

« Ce qui sauve les petits poissons, c'est que les poissons voraces les négligent pour poursuivre les gros. Mais en allant chercher la chaleur, ces poissons détruisent beaucoup d'œufs et de frais situés aux endroits où ils approchent.

« Le temps le plus favorable à la pêche est, ou avant le lever du soleil, ou après son coucher; en général pendant le crépuscule du matin ou du soir, c'est le moment le plus convenable, et c'est aussi à ces heures-là que les pêcheurs lèvent leurs filets, parce que c'est alors qu'il est plus aisé de cacher le piège aux poissons; la nuit, ils se tiennent en repos ; le jour, lorsque la lumière commence, ils voient trop distinctement.

« Les poissons ne paraissent être soumis à aucune maladie contagieuse, mais ne sont pas complètement exempts de maladies accidentelles. Tous les pêcheurs sont de cet avis, ils conjecturent la chose, d'après leur pêche; il arrive en effet quelquefois de rencontrer en même temps des poissons gras et maigres de la même espèce. Ces derniers sont affaiblis et leur coloration est différente de celle qu'ils présentent naturellement. »

Ainsi se passent les choses chez les poissons de mer.

« Chez les poissons de lacs et rivières aussi il n'y a pas de maladies contagieuses, mais quelques-uns ont des maladies particulières. Le glanis (*silurus glanis*) par exemple, qui nage près de la surface de l'eau, est sujet, dans la canicule surtout, à l'impression funeste des astres, et à être étourdi par le tonnerre lorsque les coups sont violents.

(1) *De Anim. Hist.*, liv. VIII, ch. xx.
(2) C'est une espèce de loup.

(1) Les lignes soulignées viennent à l'appui d'une de nos notes précédentes. Quand l'auteur parle de l'*œstre*, il a soin d'ajouter des explications qui nous paraissent désigner le *cecrops*, crustacé parasite qui se rencontre sur les nageoires des poissons.

« La carpe éprouve quelquefois les mêmes accidents, mais moins fréquemment. Chez d'autres, comme le *ballire* et le *tilon*, un ver se forme dans leur corps pendant la canicule, qui les affaiblit et les oblige de surnager, ce qui le fait périr brûlé par la chaleur. Le *chalcis* est sujet à une autre maladie violente. Une grande quantité de *poux* formés sous ses branchies le tuent.

« On ne connaît pas d'autres poissons présentant une semblable maladie.

« Le bouillon-blanc (φλόμος) [plante vénéneuse de la famille des euphorbiacées, d'un emploi journalier encore dans l'archipel] fait mourir les poissons. Beaucoup de pêcheurs s'en servent pour prendre les poissons dans les rivières et les lacs ; les Phéniciens l'emploient même à l'égard des poissons de la mer.

« Mais cela n'est pas le seul moyen usité pour la pêche, il en existe encore deux autres. Comme on a observé que dans l'hiver les poissons fuient les endroits profonds des rivières, parce que, en général, l'eau douce est froide, on creuse un canal hors du fleuve, après on le couvre de pierres et d'herbes, on en fait comme une caverne qui communique avec le fleuve ; lorsque la gelée survient on pêche dans cette fosse avec les nasses.

« L'autre manière est employée aussi bien en été qu'en hiver. On fait au milieu du fleuve une enceinte de menues branches et de pierres. On y laisse une entrée à laquelle on place une nasse, et on y prend ensuite les poissons en ôtant les pierres de l'enceinte. »

Nous continuons toujours à citer les passages d'Aristote, sans les dénommer par une désignation spéciale. Après avoir cité et longuement décrit les circonstances extérieures plus ou moins favorables à leur existence, l'auteur passe à un autre thème, qui, sans contredit peut être regardé comme une appréciation culinaire. Voici ses propres paroles (1) :

« Les animaux varient encore en ce que les uns se portent mieux, et les autres au contraire moins bien dans les temps de leur gestation. Tous les poissons presque sont excellents au commencement de la gestation ; mais, à mesure que ce temps avance, quelques-uns d'entre eux changent et perdent leur qualité. Les mainides (*mœna vulgaris*) sont bonnes quand elles sont pleines : on distingue les femelles du mâle en ce qu'elles sont plus rondes, au lieu que le mâle est plus long et plus large.

« Le *coracin* est un excellent poisson lorsqu'il est plein, de même que les mænis. Au contraire le muge, le loup, et presque tous les poissons à écailles, ne valent rien dans cet état. Il est peu de poissons qui ne changent de qualité selon qu'ils sont pleins ou non.

« Les vieux poissons ne sont pas bons non plus, et les thons, quand ils sont vieux, ne valent rien, même pour être salés, parce qu'ils perdent beaucoup de leur chair. Il en est de même des autres poissons. Leur vieillesse se connaît à la grandeur et à la sécheresse des écailles. On a pris un vieux thon qui pesait quinze talents (plus de 380 kilogr.) ; l'ouverture de sa queue mesurait deux coudées et un empan (1m,20).

« Les poissons de rivières et de lacs sont bons, lorsqu'après avoir jeté leurs œufs et leur liqueur spermatique, ils ont repris corps. Mais parmi eux, quelques-uns sont bons encore même quand ils portent, telle est la saperda ; d'autres sont mauvais, tel le glanis.

« D'une manière générale, on préfère les poissons mâles aux femelles, mais dans l'espèce du glanis, on estime davantage la femelle. Chez les anguilles aussi, celles qu'on nomme femelles sont meilleures que les autres. Mais cette dénomination ne doit pas être prise à la lettre, parce qu'elle ne répond qu'à une différence extérieure seulement.

« Le temps où les poissons se portent mieux est, pour les ovipares, depuis le printemps jusqu'à ce qu'ils aient jeté leurs œufs ; pour les vivipares, auxquels il faut joindre les muges, les rougets et tous les autres du même genre, c'est l'automne. »

CHANGEMENT DE COULEUR.

« Lorsque les mainides femelles commencent à porter (1), le mâle devient noir et tacheté, et il ne vaut rien à manger. Quelques personnes les appellent alors boucs. Les *merles*, les *grives* changent aussi de couleur suivant les saisons ; au printemps ils sont noirs : après cette saison ils redeviennent blancs. Le phycis (*cobius niger*) change aussi de couleur, au printemps il est tacheté ; dans les autres saisons il est blanc. *C'est le seul des poissons de mer qui fasse un nid, et qui y ponde,* du moins à ce qu'on rapporte.

« La maris, comme les mainides, devient noire l'été après avoir été blanche au printemps.

« Le changement des couleurs est sensible surtout aux environs des nageoires et des branchies. »

INSTINCT. — RUSES (2).

Nous citerons textuellement ce chapitre sans y ajouter ou retrancher un seul mot.

« Les animaux qui habitent la mer ne montrent pas moins d'industrie dans la manière de vivre, propre à leur existence particulière. Tout ce qu'on rapporte soit pour la *grenouille* appelée *pêcheur* (baudroie), soit pour la torpille, ne manque pas de vérité.

« La baudroie a au-devant des yeux des appendices qui s'allongent comme des poils, et arrondis à l'extrémité, comme s'il y était accroché un appât de deux côtés. Après avoir troublé soit la vase, soit le sable et s'y être cachée, elle élève ses appendices. Les petits poissons croyant voir quelque proie facile s'élancent à leur poursuite ; mais ceux-ci se retirent peu à peu, et les poissons, en les poursuivant toujours, s'approchent de la bouche de l'animal qui les avale alors.

« La torpille emploie un autre moyen ; elle engourdit par *une manière* qui lui est propre les poissons qu'elle veut

(1) *De Hist. Anim.*, liv. VII, ch. XXIX.

(1) *De Hist. Anim.*, liv. VII, ch. XXIX, § 3.
(2) *De Hist. Anim.*, liv. IX, ch. XXV.

prendre, et c'est ainsi qu'elle se procure de la nourriture. Pour y réussir elle se cache dans le sable et le limon et tout poisson qui nage au-dessus d'elle est frappé de torpeur et devient sa proie. C'est un fait dont on a des témoins oculaires.

« La pastenague se cache aussi, mais d'une autre manière. La preuve que ces poissons vivent aussi de ruses, c'est que souvent on trouve dans leur estomac des muges. Étant données l'agilité de ces poissons et la lenteur de la pastenague, on ne peut attribuer cette capture qu'à une ruse.

« Quand les baudroies perdent les petits renflements que j'ai mentionné existant au bout de leurs appendices, elles se nourrissent très difficilement. Ainsi toutes les fois qu'on en pêche une qui a subi cette mutilation, elle est toujours très maigre.

« Il ne faut pas non plus douter de la force à engourdir de la torpille, parce qu'on a des exemples d'hommes qui ont subi cet effet.

« D'autres poissons aussi se cachent, tels sont la plie et la raie. Une fois cachées, elles remuent les appendices qu'elles ont près de la bouche, et que les pêcheurs appellent des *battonets;* les petits poissons s'approchent alors en les prenant pour des brins du fucus dont ils se nourrissent.

« L'anthias fuit devant les poissons voraces, aussi on est sûr dans les lieux où on le voit qu'aucun tel n'existe. Ainsi les chercheurs d'éponges ne manquent pas de s'assurer de sa présence avant de plonger. A cause de cela on le nomme le poisson sacré.

« Le poisson appelé *serpent de mer* et qui se rapproche du congre par la couleur et la forme du corps, excepté qu'il est plus fort, si on le prend et qu'on le lâche, il s'enfonce aussitôt dans le sable, en le creusant avec son museau.

« Un autre poisson qu'on nomme la scolopendre (1), quand il avale l'hameçon, retourne son intérieur en dehors, et aussitôt qu'il se débarrasse, le fait reprendre sa position naturelle. Ces animaux ne mordent point avec la bouche ; mais toute la partie de leur corps, si on les touche, produit un effet pareil à celui des *méduses*.

« Les chiens de mer, surnommés *renards,* savent aussi bien que les scolopendres se délivrer de l'hameçon qu'ils sentent avoir avalé; ils remontent le plus haut qu'ils peuvent vers la ligne et la rongent. Car c'est avec les lignes, chargées d'un grand nombre d'hameçons, qu'on les pêche dans les lieux profonds où il se trouve des courants.

« Les bonitons, quand ils aperçoivent un poisson vorace, l'entourent et nagent autour de lui, et si celui-ci touche à quelqu'un d'entre eux, les autres le défendent, car ce poisson a la dent très forte. On a vu différents poissons qui l'avaient attaqué être entraînés en bas par les bonitons. »

Tels sont les faits pour les poissons de la mer.

« Entre les poissons de la rivière, le glanis (*silurus glanis*) mâle a singulièrement soin de ses petits. La femelle, une fois débarrassée de ses œufs, les quitte ; mais le mâle reste près de l'endroit où les œufs se sont arrêtés en plus grande quantité, et les garde, en empêchant les autres poissons d'enlever son frai. Il continue à les garder ainsi pendant quarante ou cinquante jours, jusqu'à ce que les petits glanis soient devenus assez grands pour pouvoir échapper par la fuite. Les pêcheurs connaissent bien l'endroit où il garde ses œufs, car, en empêchant les poissons d'approcher, il bondit, s'agite et fait entendre un certain son. L'attachement qu'il a pour ses œufs est tel, que si les pêcheurs en relevant des racines immergées viennent à entraîner ses œufs, on le voit les suivre jusqu'à la surface de l'eau. S'il est jeune, il est bien aisé de le prendre alors à l'hameçon, en se servant comme appât des petits poissons, parce qu'il se jette sur tout ce qu'il rencontre de petits poissons ; s'il est plus expérimenté, il ne quitte pas ses petits, mais il mord l'hameçon et, sa dent étant très forte, il le casse. »

Voilà à peu près tout ce qui concerne les *mœurs des poissons,* recueilli dans les écrits d'Aristote.

Nous nous croirons assez satisfait si le lecteur a pu trouver dans cet ensemble incohérent, malgré tout notre soin pour l'arranger, quelque chose d'intéressant. — Dans un prochain article, nous tâcherons de résumer les connaissances du même auteur sur les insectes.

N.-Ch. Apostolidès.

(1) Ce nom est encore employé par les pêcheurs de la mer Égée ; on désigne ainsi une espèce de murène plus tachetée que la vulgaire.

CHIMIE

Programme d'un cours sur les matières colorantes (1).

Nous avons ainsi passé en revue les dérivés de la benzine ou de ses homologues qui possèdent le type particulier des combinaisons aromatiques. Les homologues de la benzine sont, comme nous l'avons dit, susceptibles de donner une autre classe de dérivés, qui possèdent presque tous les caractères de la série grasse ; ce sont les corps substitués dans la chaîne latérale méthylique, éthylique, etc. Le toluène ou méthylbenzine fournit ainsi, au même titre que l'hydrure de méthyle, un alcool, une aldéhyde, un acide : c'est la série benzylique.

Nous avons dit que le toluène, traité par le chlore à froid, donnait des toluènes chlorés, comparables à la benzine chlorée ; si on opère à l'ébullition, et mieux encore, en faisant passer le chlore dans la vapeur de toluène, on obtient un corps essentiellement différent, c'est le chlorure de benzyle, comparable au chlorure de méthyle.

Pour le préparer, on dispose un appareil à chlore muni de deux flacons de Woolf chargés d'acide sulfurique, puis une cornue assez vaste, munie d'un réfrigérent ascendant. On remplit cette cornue au tiers de toluène pur, puis on fait arriver le tube adducteur de chlore à 2 ou 3 centimètres au-dessus de la surface du liquide. On fait bouillir le toluène et

(1) Voy. la *Revue scientifique* du 4 mars 1882, p. 269.

quand l'appareil est plein de vapeur, on fait arriver le chlore. L'acide chlorhydrique se dégage en abondance et au bout de quelques heures, suivant la quantité de toluène employée on retourne le réfrigérant, on remplace ce tube à chlore par un thermomètre, et on distille en recueillant ce qui passe avant 155°. Le résidu de la cornue est conservé dans un flacon : ce qui a été distillé est remis dans la cornue et soumis à l'action du chlore. Quand tout est chloré, on distille le produit total en recueillant ce qui passe de 160 à 180° : on lave cette portion à l'eau, on sèche, puis on distille en fractionnant pour obtenir le chlorure pur.

Le chlorure de benzyle $C^6H^5CH^2Cl$ a pour densité 1,113 ; il bout à 176°. Sa vapeur irrite fortement les yeux et la peau ; elle attaque assez énergiquement les bouchons de liège et surtout le caoutchouc. Ce corps est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et la benzine.

En remplaçant le chlore par les vapeurs de brome, on obtient de même le bromure de benzyle $C^6H^5CH^2Br$, bouillant à 201° ; liquide de densité, 1,438.

Si l'on traite le chlorure ou le bromure de benzyle par l'acétate de potasse en liqueur alcoolique, il se dépose du chlorure ou bromure de potassium, et l'alcool filtré à froid, puis distillé, laisse deux couches ; la couche supérieure est séparée et fractionnée, on en isole un liquide bouillant à 210°, l'acétate de benzyle, comparable en tous points à l'éther acétique : il offre la même odeur similaire d'essence de fruits, mais beaucoup moins agréable que celle des éthers acétiques de la série grasse ; saponifié par la potasse, il donne de l'alcool benzylique.

L'alcool benzylique se prépare plus facilement en chauffant, quelques heures sur un bain de sable, 1 partie de chlorure de benzyle pur avec 15 parties d'eau et de l'oxyde de plomb précipité, ou du sous-acétate de plomb. On distille ensuite avec l'eau et on sépare la couche inférieure qu'on rectifie.

Enfin on peut l'obtenir par un procédé très intéressant au point de vue théorique, et qui consiste à mêler l'aldéhyde benzoïque étendue de son volume d'alcool, avec de la potasse alcoolique de densité 1,02 ; le tout s'échauffe et se prend en masse cristalline : on distille l'alcool, on reprend par l'eau chaude, et la partie insoluble est agitée avec de l'éther. L'huile brune qui reste après le départ de l'éther est fractionnée.

L'aldéhyde benzoïque est transformée par la potasse en alcool benzylique et acide benzoïque :



$$2C^7H^6O + KHO = C^7H^8O + C^7H^5O^2K.$$

ou en développant :



$$2C^6H^5C.OH + KOH = C^6H^5.CH^2OH + C^6H^5.CO^2K.$$

L'alcool benzylique C^7H^8O ou $C^6H^5.CH^2OH$, est liquide ; sa densité est de 1,063 à 0° ; il bout à 206°,5. Il est très peu soluble dans l'eau.

Le cinnamate de benzyle se trouve en grande quantité dans le baume du Pérou.

L'aldéhyde benzoïque forme la partie principale de l'essence d'amandes amères. Les amandes amères renferment un glucoside particulier, signalé par Robiquet et Bontron-Charlard, et étudié depuis par Leibig et Wöhler, l'amygdaline, qui, sous l'influence d'un ferment particulier, le synaptase, que l'on trouve dans les amandes douces ou amères, ou dans la graine de moutarde, se dédouble en acide cyanhydrique, aldéhyde benzoïque et glucose.



$$C^{20}H^{27}AzO'' + 2H^2O = CAzH + C^7H^6O + 2C^6H^{12}O^6.$$

On l'obtient aussi par la méthode synthétique de Piria, qui consiste à distiller des équivalents égaux de benzoate et de formiate de chaux.

Le procédé industriel de fabrication consiste à oxyder le chlorure de benzyle. Dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant et chauffé au bain de sable, on fait bouillir quelques heures 1 partie de chlorure de benzyle pur, 1 partie et demie d'azotate de plomb et 10 parties d'eau. L'azotate de plomb peut, dit-on, être avantageusement remplacé par l'azotate de cuivre. On distille ensuite le liquide et on décante la couche huileuse.

Pour purifier l'aldéhyde benzoïque, on la combine au bisulfite de sodium en l'agitant avec 3 ou 4 volumes de bisulfite à 27° Baumé. On récolte la bouillie cristalline sur une toile, on la comprime pour en extraire l'eau mère, on la lave à l'alcool, puis on la redissout dans le moins d'eau possible et on distille la solution avec du carbonate de soude pour mettre en liberté l'aldéhyde. L'essence d'amandes amères est souvent remplacée dans cet emploi par l'essence artificielle ; pour donner à celle-ci le parfum de la véritable essence, on l'additionne d'un peu d'acide cyanhydrique et de benzonitrile.

L'aldéhyde benzoïque pure a pour densité 1,036 ; elle bout à 179°,4. Elle se dissout dans 30 parties d'eau, et en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

Elle se combine au chlorure de calcium ; le perchlorure de phosphore la transforme en chlorobenzol $C^6H^5.CHCl^2$. Les agents réducteurs la transforment en alcool benzylique et en hydrobenzoïne, qui est la pinacone benzylique,



$$C^6H^5.CHOHCH.OH.C^6H^5 \text{ ou } C^{14}H^{14}O^2.$$

L'air et les agents oxydants transforment l'aldéhyde en acide benzoïque.

L'acide benzoïque s'obtient aisément par la sublimation du benjoin. Au fond d'une capsule de tôle on étale 100 à 200 grammes de benjoin grossièrement pilé, on couvre le vase d'un diaphragme de papier-filtre collé sur les bords, et on ajuste un grand cône en papier épais. On chauffe avant le cours la capsule sur un feu modéré ; les vapeurs d'acide benzoïque se purifient en traversant le papier-filtre qui retient des produits empyreumatiques, et se condensent en paillettes brillantes sur les parois du cône. On l'extrait, en Allemagne, de l'urine des herbivores. Cet acide, gardant un petit goût qui trahit son origine, a été expédié dans ces dernières années en quantités considérables à la Havane pour aromatiser les cigares.

Enfin on le prépare en grand pour les besoins de l'indus-

trie, en oxydant le chlorure de benzyle ou ses résidus, renfermant le chlorobenzol et le trichlorure de benzyle $C^7H^5Cl^3$ ou $C^6H^5.CCl^3$, par l'acide azotique étendu, dans l'appareil qui sert à faire l'aldéhyde benzoïque. Il cristallise par le refroidissement du liquide : on le purifie en le combinant à l'ébullition avec la chaux, puis filtrant, décantant les huiles ou les chassant par l'ébullition, et décomposant le sel par l'acide chlorhydrique : on fait recristalliser dans l'eau bouillante.

On a préparé par synthèse le chlorure de benzoyle C^6H^5COCl par l'action de l'oxychlorure de carbone sur les vapeurs de benzine sous l'influence des rayons solaires. L'eau décompose le chlorure de benzoyle en acides chlorhydrique et benzoïque.

L'acide benzoïque cristallise en lamelles ou en prismes. Il fond à 121°,4 et bout à 249°; il se sublime déjà vers 150° et distille avec la vapeur d'eau. Il se dissout dans 12 parties d'eau bouillante et dans 200 parties d'eau froide; il est très soluble dans l'alcool et l'éther.

Distillé avec la chaux sodée, il donne de la benzine et du carbonate de chaux.

L'acide benzoïque donne des dérivés chlorés, bromés, iodés, nitrés, etc.

L'acide nitrobenzoïque s'obtient facilement en mélangeant 1 partie d'acide benzoïque et 2 parties de salpêtre, et ajoutant 1 partie d'acide sulfurique pendant que l'on remue continuellement. On chauffe un peu au bain-marie, puis on reprend par l'eau bouillante et on laisse cristalliser, et on purifie les cristaux obtenus par deux nouvelles cristallisations. On obtient ainsi presque uniquement l'acide métanitrobenzoïque, fusible à 141°, soluble dans 400 parties d'eau froide et 10 parties d'eau bouillante.

Par réduction, il donne l'acide amidobenzoïque, très soluble dans l'eau bouillante.

On connaît de même des acides oxybenzoïques, renfermant dans le noyau phénylique un oxhydryle phénolique. Les trois isomères sont :

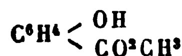
L'acide orthoxybenzoïque ou salicylique;
L'acide métoxybenzoïque;
L'acide paraxybenzoïque.

L'acide salicylique se prépare en saponifiant son éther méthylique, qui constitue l'essence de Wintergreen, ou en fixant l'acide carbonique sur le phénol, ce qui constitue directement le procédé industriel de fabrication.

On dissout le phénol dans la soude caustique, de manière à obtenir le phénate de soude que l'on coule après en avoir chassé toute l'eau à la température de 150° environ. On concasse les plaques et on introduit la poudre grossière dans une cornue tubulée qu'on chauffe à 150° au bain d'huile, en faisant passer le sel sur un courant d'acide carbonique. Après un moment, on pousse lentement la température jusqu'à 225°, en continuant le passage du gaz. La moitié du phénol distille, l'autre moitié fixe de l'acide carbonique et donne avec la soude du salicylate basique de soude. On a interprété ce phénomène de différentes façons; l'explication la plus simple de cette distillation du phénol me semble être celle-ci, que le salicylate neutre de soude, formé en premier lieu, déplace le phénol de sa combinaison sodique et donne le salicylate basique; en effet, en chauffant à 220° du phénate et du salicylate de soude, j'ai obtenu du phénol. Le salicylate basique de soude est ensuite repris par l'eau bouillante. On précipite par un acide et on filtre à chaud; l'acide salicylique cristallise et peut être purifié. On ne peut l'avoir blanc, en opérant ainsi, que par le procédé industriel, la distillation avec la vapeur d'eau surchauffée.

L'acide salicylique fond à 156°. Distillé avec la chaux, il donne du phénol. Il se colore en violet intense par le perchlorure de fer. Il possède certaines propriétés antiseptiques qui se retrouvent dans son sel de soude; mais, à moins d'en employer des doses considérables, il ne fait que retarder l'action des ferments supérieurs et n'arrête en rien l'action des bactéries. Il est moins actif que le phénol et n'offre que l'avantage d'être inodore et presque insipide; malgré la vogue dont il a joui pendant un moment, aucune expérience décisive n'est venue justifier son emploi, et il ne sert surtout qu'à conserver, jusqu'au moment de la vente, les aliments de qualité inférieure.

L'acide salicylique peut fournir trois classes d'éther : les éthers neutres, par exemple, le salicylate de méthyle,



$$C^6H^4 < \begin{matrix} OH \\ CO^2CH^3 \end{matrix}$$

ou essence de *Gaultheria procumbens*, ou Wintergreen, plante originaire d'Amérique; ce corps se combine encore aux bases par le côté phénolique; les éthers acides contenant un radical alcoolique dans l'oxhydryle phénolique et saturant les bases par le côté du groupe CO^2H; enfin les éthers doubles, où deux radicaux alcooliques, soit identiques, soit différents, saturent les groupes oxhydryle et carboxyle : ces corps sont indifférents vis-à vis des bases. Enfin l'oxhydryle phénolique peut encore recevoir des radicaux acides et donner des éthers mixtes, par exemple, l'acide acétylsalicylique $C^6H^4CO^2H.O.C^2H^3O$.

En opérant de la même manière avec le phénate de potasse et en chauffant à 225-230°, on obtient non plus de l'acide salicylique, mais de l'acide paroxybenzoïque. Cet acide se forme également quand on chauffe à 230° du salicylate neutre de potasse; la moitié de l'acide salicylique se transforme, l'autre moitié se décompose en acide carbonique et phénol.

L'acide paroxybenzoïque fond à 210°. Il est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Avec le perchlorure de fer il donne un précipité jaune amorphe, soluble dans un excès de réactif.

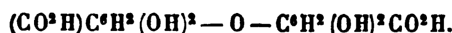
L'acide benzoïque fournit aussi des dérivés bihydroxylés qui, par décomposition pyrogénée, donnent de l'acide carbonique et des diphénols. Le plus connu est l'acide protocatéchique $C^7H^6O^4$, qui se trouve combiné à différents phénols dans les cachous.

Parmi les acides trioxybenzoïques, le plus connu et le plus répandu est l'acide gallique, qui correspond au pyrogallol. Il s'extrait du produit de la fermentation des noix de galle ou

en traitant par l'acide sulfurique étendu et bouillant le tannin, qui est l'un de ses anhydrides.

L'acide gallique $C^7H^6O^5$ ou $C^6H^2(OH)^3CO^2H$ cristallise en aiguilles, renfermant une molécule d'eau de cristallisation qui se dégage à 100°, et solubles dans 100 parties d'eau froide et 3 parties d'eau bouillante. Il fond à 200° et se décompose à 220° en acides carbonique et pyrogallique. Sa solution aqueuse donne avec les sels ferriques un précipité noir violacé et réduit les sels des métaux précieux, lentement à froid, rapidement à chaud. Les solutions alcalines absorbent rapidement l'oxygène et donnent naissance à des dérivés ulmiques.

Son premier anhydride est le tannin ou acide tannique; il paraît être un acide digallique



$$(CO^2H)C^6H^2(OH)^2 - O - C^6H^2(OH)^2CO^2H.$$

On l'obtient en épuisant la noix de galle pulvérisée par l'éther saturé d'eau, dans une allonge à robinet; après vingt-quatre heures de contact, on laisse écouler le liquide qui se divise en deux couches; la couche inférieure, aqueuse, évaporée dans le vide, abandonne le tannin.

Le tannin se présente sous un aspect pulvérulent et résinoïde, un peu jaunâtre; il est très soluble dans l'eau; avec les sels ferriques il donne un précipité noir bleu extrêmement fin, qui, maintenu en suspension dans l'eau gommée, constitue l'encre à écrire. Le tannin se distingue de l'acide gallique en ce qu'il précipite les matières albuminoïdes et la gélatine; il se combine aux tissus animaux et est absorbé par les peaux en les tannant. Il forme avec les bases des sels monométalliques neutres et des sels basiques; les sels alcalins absorbent rapidement l'oxygène.

Le tannin est considéré encore aujourd'hui comme le type d'une classe de corps mal étudiés, dont les caractères communs sont : saveur astringente, solubilité dans l'eau, précipitation par les alcaloïdes, les matières albuminoïdes, la gélatine et les sels ferriques. Plusieurs de ces corps sont, en outre, accompagnés de leurs glucosides mal étudiés.

Dans l'état présent de la science, les tannins se groupent en deux classes, suivant qu'ils précipitent les sels ferriques en noir ou en vert.

Les tannins noirs paraissent dériver de l'acide gallique : on connaît le tannin ordinaire ou acide gallotannique et l'acide quécritannique peu connu.

Les tannins verts comprennent l'acide cafétannique, l'acide morintannique du bois jaune, l'acide quinotannique de l'œnotannin et les catéchines. Par fusion avec la potasse, ils donnent de l'acide protocatéchique avec de la pyrocatéchine ou de la phloroglucine. D'après M. Gautier, le principe colorant du vin dériverait, par oxydation, d'une des catéchines. Les catéchines forment la base du cachou.

A tous ces acides-phénols correspondent des alcools-phénols et des aldéhydes-phénols.

Ces derniers corps peuvent se préparer par un procédé fort ingénieux, la réaction du chloroforme sur un phénol en présence de la soude.

Ainsi l'aldéhyde salicylique s'obtient en chauffant, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant du phénol avec de la soude et introduisant par un entonnoir à robinet un peu de chloroforme.



$$C^6H^5OH + CHCl^3 + 3KHO$$
$$= C^6H^4(OH)COH + 3KCl + 2H^2O.$$

Il se forme en même temps une matière rouge qui est un acide rosolique.

Ce procédé de synthèse est général pour les aldéhydes-phénols aromatiques.

La benzine forme également des acides bibasiques. Ainsi on connaît les trois isomères phénylène-dicarboniques,



$$C^6H^4(CO^2H)^2 \text{ ou } C^8H^6O^4.$$

Le dérivé para est l'acide téréphtalique, infusible sans décomposition, insoluble dans l'eau.

Le dérivé méta ou acide isophtalique s'obtient par l'oxydation de l'isoxylène. Il fond vers 300° et se dissout à peine dans l'eau bouillante.

L'acide ortho ou phtalique, $C^8H^6O^4$, se prépare en oxydant le tétrachlorure de naphtaline dans une cornue, par 4 à 5 fois son poids d'acide nitrique ordinaire, à l'ébullition. La réaction est très lente. On peut aussi oxyder la naphtaline, en la dissolvant dans 9 parties d'acide sulfurique, à 66° Baumé, et ajoutant 7 parties de bichromate de potasse. La réaction est assez vive; on étend d'eau bouillante, on sature par du carbonate de soude, on fait bouillir et on filtre rapidement. On ajoute au liquide chaud de l'acide chlorhydrique, qui précipite un produit rouge, le carminaphte de Laurent, puis on extrait l'acide phtalique par l'éther.

L'acide phtalique fond vers 182°. Il est très peu soluble dans l'eau froide et assez soluble dans l'eau bouillante, l'alcool et l'éther.

Il peut fixer une molécule d'hydrogène et donne un produit d'addition, l'acide hydrophtalique $C^8H^8O^4$. Distillé avec de la chaux, il donne de la benzine $C^8H^6O^4 = 2CO^2 + C^6H^6$.

La chaleur le dédouble en eau et en anhydride phtalique $C^8H^4O^3$. Ce corps fond à 129° et distille à 275°; il est peu soluble dans l'eau froide; l'eau bouillante régénère l'acide phtalique.

L'anhydride phtalique (ou l'acide phtalique en présence d'acide sulfurique) chauffé avec le phénol, donne une nouvelle classe de dérivés, les phtaléines.

En chauffant à 120-130°, 10 parties de phénol, 5 parties d'anhydride phtalique et 4 parties d'acide sulfurique, on obtient une sorte de résine que l'on fait bouillir avec de l'eau; on filtre et on dissout la partie insoluble dans la potasse; la liqueur filtrée et précipitée par un acide donne des flocons blancs de phtaléine du phénol. Ce corps est isomérique avec le phtalate de phényle. Celui-ci a pour formule $C^6H^4 = (CO^2C^6H^5)^2$, tandis qu'on attribue à la phtaléine du phénol la formule



$$C^6H^4 = (CO\text{-}C^6H^4OH)^2.$$

En traitant le phénol par le chlorure de phtalyle, on obtient deux produits; une huile insoluble dans la potasse, qui pour-

rait être le phtalate de phényle, et un corps soluble dans la potasse en rouge, qui paraît être la phtaléine du phénol.

La phtaléine du phénol est insoluble dans l'eau et incolore; elle se dissout dans les alcalis en rouge violacé; cette propriété a été utilisée pour l'alcalimétrie. On ne connaît pas la quantité de potasse ou de base susceptible de se combiner à la phtaléine du phénol; on suppose qu'elle est bibasique.

En chauffant vers 210°, une heure, 3 parties d'anhydride phtalique avec 4 parties de résorcine, on obtient une masse résineuse mordorée, que l'eau transforme en une poudre rougeâtre. C'est la phtaléine de la résorcine ou fluorescéine, $C^{20}H^{12}O^5$. Elle est à peine soluble dans l'eau et teint la soie en jaune peu solide. Avec les alcalis elle donne une solution jaune brun avec dichroïsme vert très prononcé, que les acides ramènent au jaune paille en précipitant l'excès de fluorescéine peu soluble.

Cette propriété a été utilisée, il y a quelques années, dans un curieux cas juridique.

Le Danube perd une partie de son eau entre Immendingen et Mœhringen, en traversant un terrain de calcaire jurassique très perméable. Ce calcaire se prolonge jusqu'à la source de l'Aach, rivière qui se jette dans le lac de Constance; cette source est située à 15 kilomètres des portes du Danube, à 150 mètres d'altitude au-dessous du lit du Danube, et elle débite 5^{mc},50 à la seconde. Or pendant les sécheresses, la plus grande partie du Danube avait disparu; les trous furent bouchés, et les usiniers de l'Aach remarquèrent que leur eau baissait; ils prétendirent qu'en bouchant les trous du Danube on leur volait leur eau. De là, procès. Le gouvernement badois chargea M. l'ingénieur Ten Brinck de résoudre le problème.

Sur le conseil de M. Durand, de Bâle, on versa le 9 octobre 1877, à cinq heures du soir, une solution sodique de 10 kilogrammes de fluorescéine dans un des orifices du lit du Danube.

Le 12 octobre au matin, l'eau de l'Aach devint dichroïque, et ce phénomène dura vingt-quatre heures. La rivière était superbe, surtout au soleil. Les habitants n'osaient plus faire boire cette eau à leurs bêtes, craignant des empoisonnements. Mais le lendemain 13 octobre, la coloration diminua, et cessa vers trois heures de l'après-midi. Ces 10 kilogrammes de fluorescéine avaient suffi pour colorer au moins 220 000 mètres cubes d'eau.

Pour faire voir la fluorescence de cette solution dans un cours, on remplit d'eau une éprouvette à pied, aussi grande que possible, de 2 litres au moins, et du côté opposé au jour et aux auditeurs on place une feuille de carton noir glacé. On laisse tomber dans l'eau quelques gouttes de solution concentrée de fluorescéine dans la soude, et le nuage fluorescent descend avec lenteur jusqu'au fond du vase, en développant d'éclatantes spires verdâtres.

Le dérivé bromé de la fluorescéine est l'éosine, une des plus belles couleurs que nous possédions. Voici comment il faut opérer. On dissout d'abord du brome dans la soude faible, de manière à former une solution titrée d'hypobromite de soude. Dans un tube à essais on introduit 4 centigrammes de résorcine, 3 centigrammes d'acide phtalique, et 1 goutte d'acide sulfurique; on chauffe doucement vers 120°; le liquide brunit; quand il ne fonce plus, on laisse refroidir et on verse dans le tube trois à quatre gouttes de soude caustique, avec 10 centimètres cubes d'eau. On montre la fluorescence du produit; puis on ajoute une quantité de liqueur bromée renfermant environ 15 centigrammes de brome; la fluorescence diminue rapidement et devient jaunâtre, tandis que le liquide devient orange.

On a une capsule en verre trempé de 18 centimètres de diamètre, ou un grand Becherglas, chauffés sur un fourneau et renfermant 1 litre d'eau avec 3 à 5 grammes d'acide sulfurique, on y mouille de la soie blanche en écheveau; puis on y verse quelques gouttes du contenu du tube à essais. L'éosine formée se dissout dans l'eau acidulée, et cette solution est à peu près incolore; la soie qu'on y plonge absorbe la matière colorante et on voit ce curieux phénomène de soie se teignant en rose dans un liquide clair comme de l'eau.

Pour obtenir les nuances les plus vives et les plus fraîches d'éosine, il faut dissoudre un peu du produit commercial dans l'eau; dans une capsule de 25 centimètres de diamètre on verse 1 litre d'eau au moins, avec 15 grammes d'acétate de soude, on chauffe et on imprègne l'écheveau de soie; on ajoute au bain, en sortant bien entendu l'écheveau, quelques gouttes de solution d'éosine bien filtrée; on plonge l'écheveau et on laisse imprégner, puis on ajoute 3 à 4 centimètres cubes d'acide acétique et on laisse la nuance monter lentement. Nous avons montré, il y a quelques années, que ce procédé pouvait remplacer le bain de savon coupé dans la teinture des soies; ce bain de savon est difficile à se procurer et l'on obtient au moyen de l'acétate le même résultat quant à la beauté des nuances.

L'éosine est la fluorescéine tétrabromée. Elle a pour formule $C^{20}H^8Br^4O^5$. — Le produit commercial est un sel alcalin.

La fluorescéine fournit encore d'autres produits, appliqués sur laine et sur soie, savoir :

La chrysoline ou fluorescéine benzylée, jaune.

La fluorescéine méthylée ou éthylée, jaune.

L'érythrosine ou pyrosine, tétra-iodofluorescéine, rouge violacé.

La safrosine lutécienne, bibromo-binitro-fluorescéine, rouge grenat.

Le primerose, éosine éthylée, rouge carmin.

Les fluorescéines iodées et nitrées ne sont pas dichroïques.

Les auréosines et rubéosines sont des fluorescéines bromées, chlorées, iodées ou nitrées par des procédés particuliers, dues à MM. Willm, G. Bouchardat et Ch. Girard.

Enfin MM. Monnet et Nölting ont introduit dans la teinture des dérivés de fluorescéines nouvelles, la phloxine, la cyanosine et le rose bengale, nuances de toute beauté.

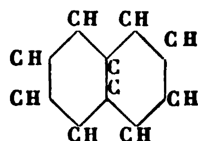
La poudre de zinc transforme ces produits en dérivés hydrogénés incolores.

L'hydroquinone et la pyrocatéchine donnent aussi des phtaléines.

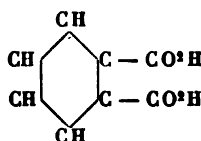
L'acide pyrogallique, chauffé avec l'acide phtalique, donne un beau produit, la galléine, $C^{20}H^{12}O^7$, qui colore les tissus en rouge violacé et peut remplacer le campêche. Chauffée avec l'acide sulfurique concentré, elle fournit la céruléine, $C^{20}H^{10}O^6$, matière colorante vert olive très belle et très solide, qui a reçu une grande application dans l'industrie des cotons imprimés. Leur teinture est difficile dans un cours.

La benzine fournit aussi des acides tricarboniques, tétracarboniques, etc. L'acide hexacarbonique $C^6(CO^2H)^6$ est l'acide mellitique, qui, combiné à l'alumine, forme le minéral connu sous le nom de mellite.

Nous avons vu que l'acide phtalique s'obtient en oxydant la naphtaline. Ce carbure a pour formule $C^{10}H^8$, et se comporte comme s'il était formé par la fusion de deux noyaux benzéniques. Sa constitution est représentée par le schéma



Naphtaline.



Acide phtalique.

On conçoit donc que par oxydation elle donne naissance à l'acide phtalique.

D'après ce schéma de constitution, la théorie prévoit deux sortes d'isomères, suivant que les substitutions se forment dans les deux noyaux à la fois ou dans un seul. En outre elle prévoit deux dérivés monosubstitués, suivant la place qu'occupera la substitution par rapport à la soudure des noyaux. Nous désignerons par α ceux qui sont substitués à côté de la soudure, et par β ceux qui sont substitués au bout.

La naphtaline se forme en petite quantité dans presque toutes les décompositions pyrogénées; elle se retire du goudron de houille qui en renferme une proportion énorme; c'est elle qui bouche les conduites de gaz. Sa synthèse a été faite :

1° En chauffant au rouge l'acétylène pur ou mélangé de benzine; on le mélange de benzine et d'éthylène;

2° En faisant passer sur de la chaux, au rouge, des vapeurs de bromure de phénylbutylène :



$$C^6H^5.C^4H^7Br^2 = 2HBr + H^2 + C^{10}H^8.$$

Pour l'extraire du goudron, ou plutôt des huiles lourdes, on soumet celles-ci à la cristallisation. Les cristaux sont essorés, puis comprimés à la presse hydraulique.

Les gâteaux sont fondus avec une lessive de soude, pour enlever les phénols, puis avec de l'acide sulfurique pour se débarrasser des bases, enfin on lave à l'eau chaude et on distille.

La naphtaline a pour densité 1,153. Elle fond à 79° et bout à 220°; elle est entraînée par la vapeur d'eau; elle est insoluble dans l'eau froide, à peine soluble dans l'eau chaude, très soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles, les essences et l'acide acétique cristallisable.

Le chlore donne un bichlorure et un tétrachlorure $C^{10}H^8Cl^4$ fusible à 182°; on obtient ensuite des dérivés substitués, le tétrachlorure de chloronaphtaline, fusible à 129°, et de dichloronaphtaline $C^{10}H^6Cl^2, Cl^4$ fusible à 172°.

La naphtaline monochlorée $C^{10}H^7Cl$ se prépare en faisant agir la potasse sur le dichlorure de naphtaline : elle est liquide.

La tétrachloronaphtaline renferme les quatre atomes de chlore dans le même noyau; oxydée, elle donne de l'acide phtalique; le noyau renfermant le chlore est détruit. La pentachloronaphtaline, ayant quatre atomes de chlore dans un des noyaux et le cinquième dans l'autre, fournit par oxydation l'acide tétrachlorophtalique, tandis que le noyau monochloré, correspondant à celui qui était intact tout à l'heure, est brûlé.

On voit donc que les deux noyaux sont symétriques.

Enfin la naphtaline perchlorée $C^{10}Cl^8$ fond à 135°.

Traitée par l'acide azotique, elle donne la nitronaphtaline $C^{10}H^7AzO^2$.

Dans une cornue on introduit 1 partie de naphtaline et 5 à 6 parties d'acide nitrique; on fait bouillir. Il se dégage des vapeurs nitreuses, de l'eau que l'on condense dans un matras, et il se forme une huile qui se prend par le refroidissement. On comprime la masse dans du papier buvard pour extraire une huile rouge, et on fait cristalliser plusieurs fois dans l'alcool.

Elle fond à 61° et bout à 304°. C'est l'isomère α, l'isomère β étant inconnu. — Elle est insoluble dans l'eau, fort soluble à chaud dans l'alcool, l'éther, le pétrole.

Traitée par l'acide nitrique fumant et refroidi, elle donne la binitronaphtaline, en se gonflant et finissant par remplir tout le vase. On lave et on sèche le produit. On a ainsi un mélange de deux isomères dont l'un fond à 216° et l'autre vers 167°. On les sépare en les faisant cristalliser dans l'alcool bouillant, puis dans le chloroforme. Le mélange fond vers 185° et est à peine soluble dans l'alcool et l'éther.

Le chlore, en dégageant des vapeurs nitreuses, la transforme en bi et trichloronaphtaline.

A la nitronaphtaline correspond une naphtylamine; aux binitronaphtalines, des nitronaphtylamines et des naphtènes-diamines.

Le procédé le plus simple, dans un cours, pour préparer la naphtylamine, consiste à introduire dans un ballon de 250 grammes, 15 grammes de nitronaphtaline, 100 grammes d'acide chlorhydrique, et assez de grenaille d'étain pour arriver à la surface du liquide. On chauffe au bain-marie; une réaction énergique se déclare, la nitronaphtaline disparaît en laissant un peu de résine. On décante le liquide brun, on précipite l'étain par du zinc, et on décante la liqueur dans une capsule renfermant 50 grammes d'eau et 100 grammes d'acide chlorhydrique. Par le refroidissement, le chlorhydrate cristallise.

L'α-naphtylamine $C^{10}H^9Az$ fond à 50° et bout vers 300°.

Elle est presque insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Exposée à l'air, elle se colore en violet et prend une odeur de matière fécale extrêmement tenace.

Chauffée avec les 2/3 de son poids de bichlorure d'étain, elle donne une masse noire qui cède à l'alcool faible une couleur rouge cramoisi. Avec 1/3 seulement de bichlorure, et à 200°, elle donne du violet, puis du bleu, et cède à l'alcool concentré une couleur bleu noir.

Les sels de naphtylamine sont presque tous solubles dans l'eau. Le chlorhydrate, avec le chlorure de fer, donne une matière colorante pourpre insoluble (naphtaméine).

La β-naphtylamine s'obtient en chauffant le β-naphtol, qui est le phénol de la naphtaline, avec deux fois son poids de chlorure de zinc saturé de gaz ammoniac, vers 200°. Il se forme deux couches : la couche supérieure cristalline est lavée à l'acide chlorhydrique; on la fait bouillir avec la soude, et on fait cristalliser dans la benzine bouillante; on obtient ainsi la β-dinaphtylamine fusible à 170°,5. L'acide chlorhydrique dissout la β-naphtylamine, qui peut être précipitée par un alcali.

On peut aussi, d'après un brevet allemand, chauffer à 150-160° assez longtemps, 60 heures environ, 10 parties de β naphtol, 4 parties de soude caustique et 4 parties de sel ammoniac. On retire de la masse la β-naphtylamine par l'acide chlorhydrique faible.

La base cristallise en lamelles brillantes, fusibles à 112°.

En opérant avec l'α-naphtol, il se forme l'α-naphtylamine.

Si l'on chauffe le β-naphtol avec la triméthylamine anhydre, l'aniline, la β ou l'α-naphtylamine, on aura respectivement la diméthylnaphtylamine, la phénylnaphtylamine, la β-dinaphtylamine ou l'α-β-dinaphtylamine mixte.

Cette méthode de synthèse ne s'applique pas aux phénols.

Aux deux naphtylamines correspondent deux naphtols, $C^{10}H^7OH$, dérivés par fusion à la potasse des deux acides naphtylsulfureux $C^{10}H^7(SO^3H)$.

Pour préparer en plus grande proportion l'acide α, on dissout la naphtaline à saturation dans l'acide sulfurique, sans dépasser 80° ; on étend de 10 à 15 parties d'eau et on sépare la naphtaline inattaquée; on sature par la craie, on filtre bouillant et on concentre la solution. Il se dépose une certaine quantité de β-naphtylsulfite de chaux; l'eau mère est évaporée ou traitée par le carbonate de soude; on filtre et on évapore; l'α-naphtylsulfite de soude reste comme résidu.

Si l'on veut faire l'acide β, on chauffe la naphtaline avec l'acide sulfurique vers 150-170°; le mélange salin renferme alors jusqu'à 75 pour 100 de sel β, tandis qu'au-dessous de 80° il renferme 70-80 pour 100 de sel α.

L'acide α se transforme partiellement en acide β quand on le chauffe au-dessus de 100° en présence d'acide sulfurique.

Les sels de l'acide β sont plus stables et moins solubles que ceux de l'acide α.

Ainsi le sel de baryte α $(C^{10}H^7SO^3)^2Ba + H^2O$ se dissout dans 87 parties d'eau froide et 27 parties d'eau bouillante, dans 290 parties d'alcool froid et 115 parties d'alcool bouillant.

Le sel β renferme également H^2O et se dissout dans 290 parties d'eau froide et 1950 parties d'alcool froid.

Le sel de chaux α $(C^{10}H^7SO^3)^2 + 2H^2O$, se dissout dans 16 parties d'eau froide et 19,5 parties d'alcool froid.

Le sel β est anhydre, se dissout dans 76 parties d'eau froide et 437 parties d'alcool froid.

La purification par les sels de chaux, aidée au besoin d'un lavage à l'alcool des sels séparés en partie par cristallisation, est donc la marche la plus facile pour séparer ces isomères.

Les sels de soude ou de chaux, fondus avec de la potasse à 300° dans une capsule d'argent, donnent les deux naphtols isomériques; on reprend par l'eau et on précipite par un acide l'huile qui cristallise par le refroidissement.

L'α-naphtol $C^{10}H^7OH$ fond à 94° et bout à 279°.

Le β-naphtol fond à 122° et bout vers 287°.

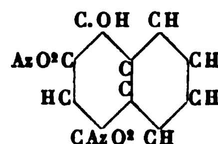
Avec le dérivé α le chlorure de chaux donne une coloration violette; avec le dérivé β, une coloration jaune.

En chauffant plus longtemps et ajoutant une certaine quantité d'acide sulfurique fumant, on obtient l'acide naphtaline disulfureux, qui, fondu avec la potasse, donne la dioxynaphtaline $C^{10}H^6(OH)^2$ ou $C^{10}H^8O^2$. Ce corps n'est pas suffisamment décrit. On connait son isomère, l'hydronaphtoquinone, qui fond à 176° et s'obtient par la réduction de la naphtoquinone.

L'α-naphtol sert à préparer le binitronaphtol ou jaune de Martius. On dissout le naphtol dans l'acide sulfurique, on ajoute peu à peu de l'acide azotique. La liqueur devient rose, et par le refroidissement le binitronaphtol cristallise.

Il est à peine soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et la benzine. Le produit commercial est le sel de chaux ou d'ammoniaque.

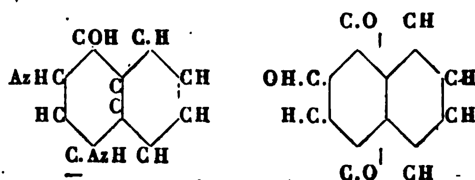
Le binitronaphtol possède les groupes OH près de la soudure, et les groupes AzO^2 l'un dans la position ortho et l'autre dans la position para vis-à-vis de l'hydroxyle : ou graphiquement :



En le traitant par l'étain et l'acide chlorhydrique, on réduit les deux groupes nitrés et on obtient le chlorhydrate du diamidonaphtol $C^{10}H^5(AzH^2)^2OH$.

Ce corps, avec le perchlorure de fer, donne le diimidonaphtol $C^{10}H^5(OH)(AzH)^2$. Si l'on fait bouillir ce dernier produit avec de l'acide sulfurique étendu, on remplace successivement les résidus bivalents AzH par des atomes d'oxygène, et l'on a l'oximidonaphtol $C^{10}H^5(OH)(AzH - O)$, puis l'oxynaphtoquinone $C^{10}H^5(OH)(O - O)$.

Le diimidonaphtol se représente graphiquement ainsi :



tandis que la naphtoquinone est représentée par l'autre schéma ; dans celui-ci les oxygènes quinoniques ou non saturés sont entre eux en position para : dans le diimidonaphtol les résidus Az H non saturés sont dans la relation méta; pendant la transformation l'oxhydryle passerait donc de la position α à la position β vis-à-vis de la soudure, il y a transposition moléculaire.

L'oxynaphtoquinone, par réduction, donne la trioxynaphtaline, phénol triatomique de la naphtaline, $C^{10}H^{5}(OH)^{3}$.

A. Pabst.

(A suivre.)

CORRESPONDANCE

Lettre de M. Pouchet à M. de Lacaze-Duthiers. sur l'enseignement des sciences naturelles dans les lycées (1).

Je ne m'explique pas très bien l vivacité avec laquelle vous me prenez à partie à propos d la lettre publiée par l'avant-dernier numéro de la *Revue scientifique,* que j'adressais à M. Bonnier après lui en avoir donné connaissance.

Un *plan d'études* avait été tracé : on demanda à la commission dont j'étais membre de faire, d'après ce plan, un *programme d'enseignement,* réparti, pour l'histoire naturelle des animaux, entre la classe préparatoire, les classes de huitième, de cinquième et de philosophie. Pour la classe de philosophie le *plan d'études* portait : « Revision et complément des cours de sciences..... naturelles. Anatomie et physiologie animales... » Le programme que vous traitez si mal est un programme d'enseignement, non d'examens, dont je n'avais point à me préoccuper, et qui sont pour vous la grosse affaire. De là notre désaccord.

Ah! les programmes d'examens, la préparation aux examens! l'écueil de notre enseignement supérieur si on n'y prend garde, et de notre enseignement secondaire si les professeurs de la classe de philosophie n'ont plus pour fonction que de mâcher aux futurs candidats leurs réponses. En France aujourd'hui l'examen n'est plus le contrôle de l'instruction : l'instruction est donnée en vue de l'examen. Les lycées vont devenir des concurrences aux établissements préparatoires. Dans les facultés, le haut enseignement est délaissé chaque jour davantage pour la préparation à tel ou tel examen. Enseigner! verser dans les jeunes esprits la semence qui donnera plus tard sa moisson, allons donc! Mais *fabriquer,* comme vous dites, des bacheliers, faire des licenciés, faire des agrégés, en faire plus que son voisin, à la bonne heure! Ah! voilà des choses dont ne se sont jamais préoccupés nos maîtres, à vous et à moi. Voilà le mal que je dénonce au Conseil supérieur et auquel il faut au plus vite porter remède, il n'est que temps.

Laissons donc l'examen, s'il vous plaît, et venons à l'enseignement de la classe de philosophie seul en cause. Les élèves de philosophie, avant cette dernière étape, ont déjà passé en revue tout le règne animal, y compris les vers intestinaux qu'on pourrait croire, à vous lire, laissés dans l'oubli. On va leur enseigner la psychologie, la morale, la logique, c'est-à-dire tout ce qu'il y a de plus difficile au monde. Et vous croyez qu'un professeur d'histoire naturelle ne réussira pas à les intéresser une heure ou deux avec des questions de biologie générale comme celles qui vous mettent si fort en peine : *L'individu, le problème de l'espèce?*

Je me suis plaint déjà de ceci : dans un programme nécessairement fort élémentaire par destination, fait plutôt pour prêter à des développements attrayants, presque pittoresques, on a voulu découvrir des profondeurs philosophiques qu'il n'a jamais eues et que certains semblent y mettre uniquement pour prouver aux gens qu'ils n'ont point le vertige à les sonder. Pour moi, je vois le moyen d'intéresser des élèves de philosophie non pas avec des *définitions,* grands dieux! — et qui donc en demande, si ce n'est l'examinateur dont vous parlez, désireux d'embarrasser le candidat? — mais tout simplement avec le tableau de la nature animale déroulé devant les yeux de ces jeunes gens. D'abord : l'individu envisagé dans les phases de son existence, les âges, la métamorphose, l'état adulte, le déclin de l'être vivant et sa fin ; les limites de la vie si variables, et ces animaux qui, ne laissant découvrir aucuns signes de vieillesse, semblent destinés à la croissance indéfinie; le rôle variable de l'individu dans les sociétés animales, et encore ces cas extraordinaires d'individus doubles dont un exemple célèbre demeure présent à l'esprit de chacun. Puis un autre ordre de considérations : l'individu toujours détruit et toujours renaissant semblable à lui-même dans la Nature, ou progressivement modifié par l'influence de l'homme ; la notion d'espèce dérivant précisément de la succession même et de la multiplication de ces formes semblables; l'histoire tracée à grands traits des opinions de Linné et de Lamarck sur les rapports des espèces entre elles, la lutte de Cuvier et de Geoffroy, les travaux de M. Darwin... Tout cela, dites-moi, ne ferait-il pas le sujet d'une jolie conférence en Sorbonne, et à plus forte raison, traité de manière un peu plus serrée, le thème excellent d'une heure de classe en philosophie? Et voilà tout ce qu'il y a dans ce sommaire : l'*individu, problème de l'espèce,* dont vous paraissez si fort alarmé. Des solutions! mais qui donc en demande à ces problèmes insolubles? sinon l'examinateur chagrin dont il a été déjà question. Pas plus de solutions que de définitions, si vous le voulez bien, même en classe de philosophie. Des faits, des rapports, des notions historiques sur les efforts de l'esprit humain appliqué à la connaissance des objets naturels ; voilà tout le fond du programme que vous malmenez si grand train. Il n'a de pièges que ceux qu'on veut bien y mettre. Il peut avoir ses imperfections : j'ai dit qu'il avait été fait vite. Quand on le voudra modifier, faites, je vous

---

(1) Cette lettre nous a été communiquée par M. de Lacaze-Duthiers.

prie, que je sois entendu avant d'en prononcer la condamnation. Si je ne convertis pas les *zoologistes,* je serai plus heureux, j'en suis convaincu, près de toute personne ayant une culture biologique générale.

G. Pouchet.

REVUE DE THÉRAPEUTIQUE

Le public médical vient d'assister à une joute oratoire des plus intéressantes qui a eu l'Académie de médecine pour théâtre, et pour acteurs les maîtres les plus en renom de la capitale du domaine médical : je veux parler de la discussion ardente et serrée qu'a provoquée la lecture d'un mémoire de M. Gosselin sur la technique de la chloroformisation. M. Gosselin est assurément une des personnalités les plus sympathiques et les plus honorables à tous égards de la docte assemblée ; ses preuves en matière d'expérience et de science ne sont plus à faire ; de nombreuses années d'un exercice clinique ininterrompu lui ont fait adopter une méthode chirurgicale que d'aucuns — plus jeunes — traitent de surannée, mais qui n'en est pas moins pleine de bon sens. Cette méthode a été brillamment exposée dans le bel ouvrage de clinique chirurgicale, qui a paru il y a quelques années. M. Gosselin donc est un chirurgien d'école ancienne, qui ne cherche pas midi à quatorze heures, et ne verse pas dans certains excès de thérapeutique plus intéressants pour la physiologie qu'utiles aux malades. C'est un maître respecté et qui mérite de l'être. Mais ceci ne doit obliger personne à se conformer à toutes ses vues, et lui-même a pu voir que l'Académie était loin de partager son sentiment sur une question importante, et qui intéresse toujours le public qu'elle touche de près. Analysons donc la discussion en question.

Dans la séance du 28 février dernier, M. Gosselin a lu un mémoire sur la technique de la chloroformisation : ce mémoire a été provoqué par une discussion antérieure sur les dangers du chloroforme impur, discussion que nous ne reproduirons pas, et qui porte sur un point tout à fait différent. Il y a trois méthodes de chloroformisation, dit le savant chirurgien : la première, qui procède par petites doses ; elle procure l'anesthésie que recherchent les accoucheurs, anesthésie imparfaite, et, ajouterai-je, destinée à produire un effet moral sur l'accouchée et son entourage, bien plus qu'à abolir la sensation. La deuxième procède par doses massives ; administré sans interruptions, le chloroforme arrête la respiration et le cœur. Enfin l'on peut procéder par doses progressives avec intermittences. C'est cette dernière méthode que préconise M. Gosselin. Elle a l'avantage d'accoutumer peu à peu les centres nerveux aux vapeurs du chloroforme, et de permettre, dans les intervalles où le malade respire l'air pur, l'élimination graduelle du chloroforme absorbé. Il n'est pas nécessaire d'appareils exacts et perfectionnés pour arriver à se maintenir dans la zone maniable de l'agent anesthésique, dit M. Gosselin : l'expérience indique suffisamment la technique à adopter. J'ai la conviction, ajoute-t-il, que le chloroforme administré sur un mouchoir ne doit pas donner la mort, quand le chirurgien aura bien saisi toutes les contre-indications et se sera familiarisé avec la nécessité des doses tout à la fois progressives et intermittentes. M. Gosselin adopte la succession suivante :

6	inspirations d'air et de chloroforme;		2	d'air pur.
7	—	—	2	—
8	—	—	2	—
8	—	—	2	—
8	—	—	2	—
8	—	—	2	—
10	—	—	2	—
10	—	—	2	—
10	—	—	2	—
10	—	—	2	—
10	—	—	2	—
10	—	—	2	—
4	—	—	2	—
4	—	—	2	—
113	—	—	28	—

Si donc sur 141 inspirations il y en a 113 d'air chloroformé, et 28 d'air pur, alternant selon le mode indiqué ci-dessus, on obtient une anesthésie complète et sans dangers. Bien donner le chloroforme, dit M. Gosselin, c'est le donner progressivement et à doses intermittentes, car *la dose nécessaire* à la production de l'anesthésie (10-11 grammes en 8 ou 10 minutes) serait mortelle si elle pénétrait d'un seul coup.

M. Labbé a discuté en premier lieu la méthode de M. Gosselin, qui est loin d'être celle qu'il préfère. — M. Labbé donne le chloroforme à très petite dose, mais d'une manière continue, sans la moindre intermittence, afin de ne pas abaisser les proportions du mélange gazeux inspiré par le malade. Il pense que la quantité absolue du chloroforme inspiré importe moins que les proportions du chloroforme par rapport à l'air qui l'accompagne Pour une opération de dix ou quinze minutes, il suffit de 5 à 6 grammes de l'agent anesthésique : cela est assez pour se tenir dans la zone maniable, encore peu précise, mais très réelle, et que chacun admet lorsqu'il s'agit d'un agent anesthésique quelconque.

La discussion de M. Labbé a été très modérée ; ce chirurgien n'a pas abordé le fond de la question et n'en a traité qu'un côté. Ce sont MM. Verneuil, Rochard, Perrin et Trélat, qui ont fait une charge à fond de train contre les propositions de M. Gosselin en se plaçant à des points de vue divers. Aucun d'eux n'admet la proposition fondamentale de M. Gosselin, savoir que le chloroforme bien administré ne tue jamais. M. Verneuil déclare que, même bon — ce que M. Gosselin ne paraît guère exiger — et bien administré — point capital pour M. Gosselin, — le chloroforme peut tuer, malgré tous les soins du médecin, malgré la prévoyance la

plus éclairée et la plus habile. On ne *peut* ni on ne *doit* dire que le mode préconisé par M. Gosselin suffit à mettre le malade à l'abri de tout danger. Le chirurgien peut mettre le plus de chances possibles de son côté, par un examen préalable très attentif du malade, relever scrupuleusement l'état de ses organes et se rendre compte des contre-indications, mais il est un *alea* avec lequel il doit compter, qui existe toujours, et contre lequel il ne peut rien. Outre que les accidents arrivent parfois lorsqu'on suit la méthode des doses progressives et successives préconisée par M. Gosselin, il est un argument fort bon contre l'excellence de celle-ci, c'est que les méthodes les plus opposées réussissent aussi bien, comme le font remarquer MM. Rochard et Perrin. Quelle est la raison théorique que l'on puisse invoquer pour recommander les intermittences? demande M. Perrin. On diminue la quantité de chloroforme dans le sang; mais n'est-ce pas aller à l'encontre du but que l'on se propose ? n'est-ce pas reculer pour n'avoir à sauter que plus tard? Que sait-on de la zone maniable, que sait-on du mode selon lequel le chloroforme tue d'habitude? Pour les uns, il y a empoisonnement; pour d'autres, accident brusque, asphyxie ou syncope par arrêt de la respiration, en un mot, de façons très diverses. Quelle règle précise et constante peut-on formuler en présence d'une situation pareille? Telle précaution propre à écarter telle cause de mort n'est-elle pas susceptible d'appeler telle autre? En outre, est-il facile de reconnaître toutes les contre-indications sur le vivant? dit M. Verneuil. N'est-il pas des états pathologiques difficiles, sinon impossibles à diagnostiquer, qui cependant constituent des contre-indications absolues? Est-il toujours facile de diagnostiquer les dégénérescences graisseuses du cœur par exemple, affection redoutable au premier chef, une des plus fréquemment rencontrées dans les cas de mort pendant le sommeil provoqué par le chloroforme? Toutes ces objections n'empêchent pas que le chloroforme ne soit encore l'anesthésique le plus sûr et le plus employé; mais elles ont leur valeur et s'opposent absolument à ce que l'on puisse prétendre que le chirurgien, même en se servant du chloroforme le plus pur, se met à l'abri de tout accident par l'emploi d'une technique spéciale, quelle qu'elle soit. — MM. Verneuil, Perrin et Rochard se séparent donc avec éclat de M. Gosselin et considèrent son opinion comme insoutenable parce qu'elle est exagérée.

Après eux, voici venir MM. Trélat et Le Fort. M. Trélat est plein de fougue et de verve : il dit les choses nettement.

Le jour même où M. Gosselin présentait ses premières observations sur la technique de la chloroformisation, M. Trélat opérait un jeune homme d'un lymphadénome du cou. Tout alla bien jusqu'au moment où l'opération touchait à sa fin : le malade poussa tout à coup un léger cri, porta la main vers le cou; le pouls tomba aussitôt, et malgré quarante-cinq minutes d'efforts désespérés pour le rappeler à la vie, le malade était mort. La coïncidence de ce fait et de l'énoncé de la proposition bien connue de M. Gosselin était cruelle : le verdict de M. Gosselin était dur, même grave. M. Trélat avait-il donc manqué de prudence, et le chirurgien qui perd ainsi un malade doit-il être *à priori* considéré comme un étourdi ou un maladroit criminel, indigne de la responsabilité qu'il assume ?

M. Trélat proteste donc contre la formule de M. Gosselin et discute surtout la prétention qu'a celle-ci à l'exactitude et à la précision. Qui peut distinguer l'anesthésie bulbaire de l'anesthésie médullaire, dit-il? Ce serait là un point capital.

Qui connaît les causes de la mort sous l'influence du chloroforme ? Les opinions varient. En outre, dans quelle mesure l'abondance du chloroforme constitue-t-elle un danger? On a vu des malades mourir avant d'en avoir respiré vingt gouttes.

L'époque de la mort, la quantité de chloroforme qui la détermine, les accidents qui la produisent, tout cela varie, c'est-à-dire qu'il est absolument impossible de déclarer, comme le fait M. Gosselin, que le chloroforme cesse d'être un danger du moment qu'on adopte certaine technique de préférence aux autres. Après avoir attaqué M. Gosselin sur le fond même de la question, M. Trélat se demande quelle devrait être l'influence de l'aphorisme de M. Gosselin sur le corps médical, si ce dernier se croyait obligé de s'y conformer. N'est-il pas évident que du moment qu'il suffit de bien administrer le chloroforme pour éviter tout danger, la mort d'un malade par le chloroforme est le signe et le résultat de la légèreté ou de l'ignorance du chirurgien ? N'est-il pas évident que les chirurgiens aimeraient mieux se passer de cette admirable aide que risquer de se décerner à eux-mêmes des brevets d'imprudence ou de manque de savoir? Et pourtant quel progrès la chirurgie ne doit-elle pas au chloroforme ! Pour ne parler que de la région abdominale, quelles merveilleuses opérations n'y a-t-il pas permises ! « On vous ouvre le ventre comme une valise », dit M. Trélat; et le mot est juste. Aucun chirurgien n'ignore qu'en s'approchant du malade, le chloroforme à la main, il va mettre une vie humaine en danger; il sait qu'il est des contre-indications qu'il peut et doit chercher, mais il sait aussi que, malgré l'examen le plus consciencieux, il est des causes de mort qu'il ne peut prévoir, sur lesquelles il ne peut agir. Il est déjà dur d'avoir à se parler ainsi, en faisant une opération grave; que serait-ce si l'on doit se dire, comme la formule de M. Gosselin y oblige, que si le malade meurt au cours de l'opération, c'est que l'opérateur est un maladroit et un ignorant, qui assume une responsabilité dont il est indigne, et ne mérite pas la confiance du public ?

M. Le Fort attaque après M. Trélat; ce dernier était véhément, emporté, fougueux; M. Le Fort est plus calme et moins entraînant. M. Gosselin affirme que le chloroforme, même légèrement impur, ne tue pas, pourvu que le mode d'administration soit bon. M. Le Fort bondit : de quel chloroforme s'agit-il, quelles impuretés contient-il, et en quelle quantité, à quels réactifs le reconnaît-on ? Puis il cite des cas de mort par chloroforme impur et insiste beaucoup sur la rapidité, souvent très grande, de la mort dans des circonstances où l'impureté du chloroforme ne peut être mise en

avant. C'est ainsi que la mort arrive très souvent avant l'anesthésie complète, quelquefois une, deux, trois ou quatre minutes après le début de la chloroformisation. Comme le conclut M. Le Fort avec raison, il est des causes multiples de mort *qui dépendent du malade et que le chirurgien ne peut prévoir ni écarter*. M. Gosselin, en formulant sa proposition, méconnait donc la réalité des faits et inflige au chirurgien qui a la douleur de perdre un malade au moment même où il cherche le plus à le sauver un discrédit immérité, contre lequel le corps médical vient de protester par l'organe de ses plus illustres représentants. La protestation n'est pas terminée assurément, et M. Gosselin, tout en s'abritant derrière un aphorisme analogue de Sédillot, s'entendra dire encore bien des choses dures, mais justes.

La *Gazette hebdomadaire* contient une intéressante note de MM. Grasset et Amblard, de Montpellier, sur les propriétés convulsivantes de la morphine. L'opium contient, on le sait, deux séries d'alcaloïdes à action très différente : la thébaïne et la morphine sont les chefs de file de ces deux groupes. Il n'y a cependant pas, à certains points de vue, opposition physiologique complète entre les résultats provoqués par ces alcaloïdes. C'est ainsi que la morphine est douée de propriétés convulsivantes, comme la thébaïne. On connaissait le résultat de l'expérimentation sur les animaux à sang froid ; MM. Grasset et Amblard ont montré qu'il en est de même pour les mammifères à sang chaud. Opérant à petites doses non toxiques, ces auteurs en injectent de 1 à 15 centigrammes par la voie hypodermique. A la dose de 1 ou 2 centigrammes de chlorhydrate, il se produit, avant le sommeil, quelques convulsions très légères et inconstantes. Avec une dose plus élevée, on voit succéder à ces convulsions un sommeil calme plus ou moins prolongé, pendant lequel, une demi-heure ou une heure après l'injection, l'animal présente des contractions d'abord isolées, légères et partielles, puis de vraies convulsions qui se produisent à chaque inspiration, convulsions cloniques qui infligent une flexion forcée au corps et rapprochent la tête de la queue. Le sommeil devient un peu plus léger durant cette phase convulsive qui peut durer plus d'une heure. La morphine n'est donc pas diamétralement opposée à la thébaïne, en ce qui concerne la propriété caractéristique de cette dernière : aussi ne peut-on pas attribuer les effets excito-moteurs, obtenus par l'opium, uniquement aux alcaloïdes dits convulsivants, mais dans une certaine mesure aux alcaloïdes dits soporifiques ; on peut même dire que l'opium est convulsivant plus par la morphine que par la thébaïne, car la composition ordinaire de l'opium présente généralement 5 centigrammes de morphine pour 1 milligramme de thébaïne, et la première dose de morphine est plus excito-motrice que la proportion de thébaïne. Ce résultat est absolument opposé à l'opinion généralement reçue. Il convient de remarquer, en outre, que l'action de la morphine sur les mammifères ne diffère pas de celle qu'elle exerce sur la grenouille.

La *Gazette hebdomadaire* renferme encore un intéressant travail de M. Coriveaud, de Blaye, sur le traitement de la pleurésie par la pilocarpine. Nous avons montré, dans notre dernière *Revue de médecine*, combien la pilocarpine est impuissante contre la diphthérie ; voyons si la nouvelle application proposée par M. Coriveaud a plus de chances de réussite. La méthode de M. Coriveaud est évidemment logique : c'est une dérivation, tout comme l'application d'un vésicatoire ou l'administration d'un purgatif salin. L'essai a été fait trois fois et a été suivi toujours de succès. Le premier cas est relatif à une enfant de dix ans, atteinte de pleurésie avec épanchement à la suite de la scarlatine. En huit jours, au moyen de six injections sous-cutanées de pilocarpine, la guérison fut obtenue. Un autre cas de guérison, par le même procédé, fut obtenu chez une jeune femme, en dix jours. Enfin, M. Coriveaud a traité de la même façon une pleurésie double chez une femme enceinte : en quinze jours le mal avait disparu.

M. Coriveaud conclut de ces trois observations les faits suivants :

Le nitrate de pilocarpine, injecté sous la peau, à la dose de 25 milligrammes à 1 centigramme, ne produit localement aucun accident, n'est pas abortif, et est presque exclusivement sialagogue. Il enraye la formation de l'épanchement, en active la résorption, très probablement par suite de la dérivation qu'il provoque du côté des glandes salivaires.

M. Farge, professeur de clinique à l'École d'Angers, a eu la même idée que M. Coriveaud et a traité, avant celui-ci, la pleurésie par le même procédé. Les conclusions de M. Farge sont les mêmes que celles de M. Coriveaud, mais elles contiennent, en outre, une mention intéressante. M. Farge pense que l'action de la pilocarpine est d'autant plus considérable que son effet diaphorétique l'emporte plus sur ses manifestations en tant que sialagogue ; en effet, quand la sudation a manqué, l'épanchement n'a pas paru diminuer. En résumé, les notes de MM. Farge et Coriveaud sont favorables à l'application de la pilocarpine au traitement de la pleurésie. Le procédé est logique et à ce titre mérite d'être étudié avec soin.

Les *Annales d'oculistique* (janvier-février 1882) de MM. Hairion et Warlomont renferment une intéressante note de M. Coppez sur la guérison d'une névralgie datant de vingt ans, par l'élongation du nerf affecté. Il s'agit d'une névralgie faciale continue et tenace.

Le malheureux malade a été s'offrir en proie à de nombreux dentistes qui lui ont, sur sa demande, consciencieusement arraché la moitié de la mâchoire correspondant au côté malade. Ceci fait, le charbonnier, sujet de l'observation dont il s'est agi, s'est trouvé aussi riche en douleur, mais plus pauvre de dents et d'argent qu'avant. Arrivé à l'hôpital, en désespoir de cause — les dentistes n'y pouvaient plus rien — il présente tous les signes de la névralgie faciale avec rougeur de la peau, lacrymation, écoulement de mucosité par la narine correspondante, injection de l'œil et douleurs très vives. Après l'insuccès de procédés aussi variés que nombreux, M. Coppez pratique l'élongation du nerf sous-

orbitaire, se réservant de pratiquer ensuite celle du sus-orbitaire, si le premier résultat est satisfaisant. Les tractions furent exercées tant du côté central que du côté périphérique. L'hyperesthésie et la douleur disparurent absolument : une anesthésie complète était survenue. Huit jours après, la sensibilité était revenue et depuis lors la guérison, s'est maintenue.

Je signalerai dans la *Revue de chirurgie* du 10 janvier 1882 un intéressant travail de M. W. MAC EWEN, chirurgien et professeur à Glascow. Ce travail est relatif à la *Transplantation osseuse*. On connaît l'existence de cas où des fragments de crâne enlevés par le trépan dans un but opératoire, et remis en place très peu de temps après leur ablation, ont pu se souder aux os voisins et reprendre ainsi leurs connexions physiologiques. On sait encore que la transplantation des dents est devenue, pour certains praticiens distingués, une opération assez réalisable pour pouvoir entrer dans la pratique courante. Les faits qui concernent la greffe du périoste d'un animal sur un autre sont également familiers à tous. Ollier a montré par ses expériences que le périoste ainsi transplanté ne perd ni sa vitalité ni ses propriétés et se remet à former un os comme s'il était resté dans ses connexions normales : voilà à quoi se bornent les tentatives faites sur les animaux. Chez l'homme, il a été fait moins encore : à cela rien d'étonnant. Un récit, probablement apocryphe, datant du XVIIe siècle, renferme la première mention connue d'une opération de ce genre pratiqué sur l'homme. Un ingénieur russe, ayant reçu un coup de sabre qui lui enleva une grande portion du cuir chevelu et, ce qui est plus grave, de la voûte crânienne, un chirurgien n'aurait rien imaginé de mieux, pour combler le déficit, que de détacher du crâne d'un chien tué *ad hoc*, un fragment de dimensions et formes appropriées pour remplacer le morceau égaré. Le blessé guérit, paraît-il; mais l'Église vit cela de mauvais œil et l'excommunia. Pour rentrer en grâce, le complaisant ingénieur se serait laissé enlever la portion canine de son crâne, pour se laisser traiter d'une façon plus conforme à la dignité de l'homme. On ne sait ce qu'il devint, mais il est vraisemblable que sa réconciliation avec l'Église fut *in extremis*.

Percy essaya à deux reprises de remplacer des fragments de tibia humain par des fragments empruntés à un chien, mais en vain. Ollier tenta de même de transplanter du périoste humain d'une partie du corps à l'autre, mais sans réussir; cependant le périoste qu'on avait cru non soudé s'était fixé et avait contracté des connexions vasculaires qui lui eussent sans doute permis de vivre. M. Mac Ewen a fait des expériences du même genre, en transplantant un fragment de crâne de chien sur une solution de continuité de crâne humain. La perte de substance résultait d'une plaie : pour la combler, le chirurgien écossais prit un fragment de crâne d'un chien de six semaines avec son périoste et le plaça entre les bords de la solution de continuité. Les bords du crâne furent avivés; la peau et les couches sous-jacentes rapprochées et suturées par-dessus. Trois semaines plus tard, il y avait nécrose d'un fragment comprenant environ un tiers de la greffe : les deux autres tiers étaient soudés et vivants. La plaie se ferma alors : la palpation faisait sentir à travers la peau le fragment soudé ; bientôt le petit orifice s'oblitéra par la formation d'une couche de substance dure, probablement osseuse. Cette expérience, on le voit, est déjà très satisfaisante.

D'autres faits observés par M. Mac Ewen démontrent encore la possibilité de transplanter les os. Des portions d'os humain, détachées par fracture, entièrement séparées de l'os auquel elles appartiennent, mais munies de leur périoste, ont été, après lavage dans une solution d'acide phénique, remises en place : elles ont servi à la formation d'un cal et ont joué le rôle de moyen d'union entre les fragments brisés. Ce qui est plus étrange, c'est que des fragments d'os privés de leur périoste ont pu vivre dans les parties molles, contracter des adhérences avec l'os voisin et même s'accroître. C'est ainsi que l'extrémité d'un humérus fracturé, privé de son périoste, a pu se souder au reste de l'os et vivre. M. Mac Ewen pense qu'en présence de ces résultats, il y a lieu à pratiquer les transplantations osseuses. Selon lui, le périoste est certainement l'élément à transplanter de préférence; mais il est difficile à obtenir dans son intégrité, et en outre, fût-il parfait, il ne peut jamais reproduire qu'une couche osseuse, et non un fragment d'os ressemblant à celui qu'il s'agit de remplacer. Il est donc meilleur de transplanter un fragment complet d'os, c'est-à-dire *un fragment d'os*, avec périoste et moelle. Une des grandes difficultés que l'on rencontre dans la pratique des greffes réside dans la pauvreté relative, au point de vue de la vascularisation, de l'os que l'on veut transplanter ; à cet égard, les os longs sont défavorables. Les meilleures conditions sont celles où l'os est divisé en fragments entre lesquels le sang pourra circuler et former un caillot, matrice excellente pour la production d'éléments ostéogènes. M. Mac Ewen, après avoir formulé ces considérations théoriques et pratiques à la fois, cite un cas intéressant de transplantation osseuse interhumaine, suivie de succès.

Il s'agit d'un enfant de trois ans, physiologiquement misérable, atteint d'une nécrose de la diaphyse de l'humérus. Force fut d'enlever cette portion nécrosée et de ne laisser en place que les deux extrémités de l'os. L'orifice des plaies se ferma peu à peu, et il se forma un peu de tissu osseux à la suite de la tête humérale, sous forme d'un prolongement mince et effilé. L'enfant quitta l'hôpital, où il laissait les deux tiers de son humérus. Bien que le périoste eût été laissé en place, lorsqu'on revit l'enfant plusieurs mois plus tard, l'ossification n'avait pas progressé : M. Mac Ewen résolut de pratiquer la transplantation. Comme il y avait dans le service beaucoup d'enfants à qui il fallait pratiquer des ablations de fragments osseux pour rectifier des incurvations du tibia, notre chirurgien transplanta deux de ces fragments sur le petit malade. Au bout de deux mois, il fut facile de constater que la soudure s'était faite : M. Mac Ewen résolut de remplacer ainsi toute la portion manquante de l'humérus : il pratiqua une seconde, puis une troisième transplantation, qui réussit parfaitement ; l'enfant est maintenant en possession

d'un nouvel humérus, et d'un bras qui pourra lui rendre des services positifs. C'est dire que la pratique de M. Mac Ewen mérite des encouragements sérieux.

Parmi les ouvrages récemment publiés, nous signalerons la deuxième édition des *Impressions et aventures d'un diabétique, à travers la médecine et les médecins,* du docteur J. Cyr. Sous une forme amusante, M. Cyr décrit fort bien les péripéties de son héros, les traitements qu'il s'inflige, ses découragements et ses mésaventures avec les médecins, — sujet fécond pour l'humoriste — et enfin la véritable thérapeutique à suivre. C'est de la médecine en roman, qui ne ressemble en rien, pour la forme, aux cours de thérapeutique ou de clinique de la Faculté.

Dans une brochure de MM. N. Parissis et J. Tetzis (1), d'Hydra, relative à l'île grecque d'Hydra, au Tzanaki, maladie spéciale à l'enfance dans cette contrée, et au mal des plongeurs, nous signalerons quelques intéressants renseignements sur les affections, ou mieux, les accidents que présente la portion de la population qui se livre à la pêche des éponges. Les médecins du pays distinguent quatre degrés dans ce que les plongeurs appellent leurs attaques.

Au premier degré, dès la sortie du plongeur de l'eau, qui est immédiatement suivie de l'enlèvement du scaphandre — mesure parfois bien imprudente et hâtive dans certains cas, à cause de la décompression trop rapide, qui peut en être la suite — il se produit une lipothymie qui se dissipe rapidement : elle est suivie de douleurs assez vives dans les omoplates, les reins et les membres ; plus ces douleurs sont fortes, et moins elles durent ; en tout cas, elles disparaissent en quelques heures. Ce genre d'attaque est très fréquent : tout plongeur l'a éprouvée ; parfois il en reste des traces permanentes sous forme de petites douleurs locales, d'anesthésies limitées, etc., etc. Le traitement de cette forme consiste en friction avec du vinaigre chaud, avec des essences camphrées ou ammoniacales, avec du tabac ; si les douleurs sont trop fortes, en application de ventouses scarifiées et de vésicatoires volants. Quelquefois les plongeurs imaginent de se traiter en faisant une nouvelle descente dans le scaphandre, afin de « dégager les nerfs attaqués par la sueur » : le procédé réussit souvent.

Le deuxième degré est caractérisé par la paraplégie qui résulte d'une hémorragie médullaire dans la région dorsolombaire. Tantôt le mal débute au fond de la mer, tantôt lors de l'enlèvement du casque, par une douleur vive, quelquefois précédée d'un trouble de l'œil qui amène un obscurcissement de la vision. Le plongeur tousse et s'évanouit dès son arrivée à l'air libre : en revenant à lui, il s'aperçoit de sa paraplégie et de son atonie vésicale. Il y a des variétés atténuées de ce degré du mal, caractérisées par de simples parésies passagères limitées parfois aux jambes seules, ou atteignant encore la vessie. Cette forme peut guérir spontanément ; au bout d'un espace de temps variant de 20 à 40 jours, les premiers signes du retour de la motilité et de la sensibilité se manifestent ; il faut quelques mois pour que la guérison soit complète : elle est souvent imparfaite. Cependant elle peut être absolue, au point que le malade peut reprendre son métier sans inconvénients. La forme paraplégique peut se terminer par des eschares dues au décubitus dorsal, par des inflammations de la vessie et des troubles généraux entraînant la mort. Le traitement se fait au moyen de ventouses scarifiées ; plus tard on emploie l'iodure de potassium et les toniques.

Au troisième degré du mal, il y a une hémorragie des régions supérieures de la moelle, qui peut s'accompagner d'une hémorragie lombaire : il y a mort rapide par ralentissement graduel des mouvements cardiaques et respiratoires.

Au quatrième degré enfin, l'hémorragie est cérébrale et spinale ou bulbaire à la fois : la face est turgescente et noirâtre. On le voit, ces quatre formes ne sont que des expressions d'intensité différente d'un même processus hémorragique. Les pêcheurs d'éponges sont en général convaincus qu'il est bon de traiter les attaques du 1er et du 2e degré par une reprise rapide du travail ; ils se font descendre dans le scaphandre où ils ont fort chaud et se guérissent souvent, même quand ils ont une parésie. D'autres fois, ils se traitent par des immersions du corps tout entier dans des bains de sable chauffé par le soleil. Il nous semble, d'après les renseignements que contient la brochure de MM. Parissis et Tetzis, que la prudence ne préside pas toujours aux opérations des pêcheurs ; l'habitude d'ouvrir le scaphandre dès sa sortie de l'eau est détestable et meurtrière, si la décompression graduelle n'a pas été faite pendant l'ascension du plongeur. Jamais, disent les auteurs de la brochure en question, les attaques ne prennent les plongeurs au fond de l'eau, *mais au moment où on ouvre leurs scaphandres.* N'est-il pas légitime d'en conclure que la majorité des accidents sont dus à l'imprudence de ceux qui ouvrent le scaphandre de suite ? Les dangers de la décompression rapide sont cependant assez connus des médecins pour qu'il semble que de pareils accidents ne dussent plus se produire.

M. Blum vient de publier un intéressant volume sur la chirurgie de la main. La question est bien traitée, et d'une façon assez complète. Il est cependant un côté sacrifié dans cet ouvrage : je veux parler de l'exécution matérielle des figures empruntées aux étrangers : elles sont détestables. Si encore elles n'étaient faites qu'au trait, cela serait passable, bien que d'apparence un peu schématique ; mais le malheur est qu'on y a voulu mettre quelques ombres, d'où des effets déplorables. M. Blum n'a pas la prétention de créer une thérapeutique chirurgicale nouvelle pour les affections de la main : aussi ne faut-il chercher dans son livre, sur ce sujet, que l'exposé des procédés les plus habituellement employés par les chirurgiens modernes.

---

(1) Paris, Berthier, éditeur, 1882.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 13 MARS 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* continue ses recherches sur les doubles décompositions des sels haloïdes du mercure; il détermine les actions réciproques des sels alcalins et mercuriques dans les cyanures et les chlorures, ainsi que les actions réciproques des acides dans les cyanures et les bromures.

— M. *Lecoq de Boisbaudran* a examiné un oxychlorure de gallium cristallisé.

Vus au microscope, les cristaux présentent la forme d'octaèdres portant de petites facettes qui tronquent leurs sommets; ils n'agissent pas sur la lumière polarisée; ils sont peu ou point solubles dans l'eau, non plus que dans l'acide nitrique froid; mais ils se dissolvent, bien qu'assez lentement, dans l'acide chlorhydrique et immédiatement dans la potasse caustique.

— M. *Joannis* a étudié la chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique et de quelques ferrocyanures.

Les expériences lui ont donné pour la chaleur de formation de l'acide ferrocyanhydrique solide $+ 53^{cal},1$ et pour l'acide dissous $+ 53^{cal},3$.

L'auteur a étudié ensuite les chaleurs de formation à l'état solide et à l'état dissous des ferrocyanures d'ammonium, de baryum et de calcium.

— M. *A. Renard* énumère les produits de la distillation de la colophane.

Les portions provenant de cette distillation, bouillant vers 150°, renferment trois hydrocarbures, un térébenthène $C^{10}H^{16}$ et deux carbures isomériques $C^{10}H^{18}$.

Le carbure $C^{10}H^{18}$, inattaquable par l'acide sulfurique et pour lequel l'auteur propose le nom de *décène,* rectifié sur du sodium, bout de 149° à 152°. Son analyse a donné les résultats suivants :

			Calculé pour $C^{10}H^{18}$.
C.	86,7	86,6	86,96
H.	13,2	13,1	12,04

— M. *P. Cazeneuve* a obtenu un camphre bichloré correspondant à la formule $C^{10}H^{14}Cl^{2}O$, par voie de chloruration directe, dans des conditions un peu spéciales, en faisant agir du chlore sec sur une solution de camphre dans l'alcool absolu.

Voici les conditions les plus favorables de l'expérience.

On dissout le camphre ordinaire dans l'alcool absolu, suivant leur rapport moléculaire. Laissant refroidrir, on fait passer dans la masse un courant de chlore sec. L'opération a duré cinq jours; il a été employé $3^{kg},600$ de sel marin en trois opérations.

Le liquide s'échauffe sous l'influence du chlore. On maintient la température de 80 à 90° C. Il se dégage des torrents d'acide chlorhydrique, comme à l'ordinaire, avec formation de choral. Le camphre passe à l'état de camphre bichloré.

Sous l'influence de l'eau chaude, on enlève le chloral et l'acide chlorhydrique. A cet effet, on chauffe au bain-marie le liquide visqueux obtenu à plusieurs reprises avec de l'eau, jusqu'à ce que cette dernière ne présente plus de réaction acide. Par refroidissement, le liquide cristallise en masse. Le produit est exprimé et dissous dans une fois son volume d'alcool à 93°. La solution soumise au froid (glace et sel) laisse déposer un précipité en fines granulations d'une blancheur éclatante.

— M. *H. Morin* a déjà dans une précédente communication fait connaître la nature et les principales propriétés de l'essence de Licari Kanali (essence de bois de rose femelle de la Guyane); les analyses qui y sont consignées assignent à cette essence, d'après sa composition élémentaire, la formule $C^{20}H^{18}O^{2}$.

D'après les réactions du chlorure de zinc fondu et de l'acide chlorhydrique sur l'essence de Licari Kanali, on pourrait considérer cette essence $C^{20}H^{18}O^{2}$ comme l'hydrate $C^{20}H^{16}, 2HO$ d'un hydrocarbure particulier, le licarène $C^{20}H^{16}$, isomère du térébenthène.

Un mélange d'essence de Licari Kanali, d'alcool et d'acide nitrique, fait dans les proportions indiquées par l'auteur pour la préparation de l'hydrate de térébenthène, reste limpide pendant plusieurs semaines. Il se trouble ensuite peu à peu, pour laisser surnager finalement une couche d'un liquide insoluble dans l'eau et possédant un pouvoir rotatoire dextrogyre, tandis que l'essence du Licari Kanali dévie à gauche les rayons de la lumière polarisée.

— M. *F. Jean* insiste sur le titrage du tannin et de l'acide œnogallique dans les vins et donne une méthode qui permet d'obtenir ce résultat d'une façon plus simple que précédemment.

PHYSIQUE. — M. J. *Violle* a déterminé la température d'ébullition du zinc après une expérience qui donne 929°, 6.

Le zinc qui a servi à cette mesure était bien pur et ne contenait ni plomb, ni étain, ni cadmium, ni arsenic.

Plusieurs expériences, absolument concordantes, ont fourni un résultat identique.

Ainsi la température d'ébullition du zinc est 930°. Ce nombre, entièrement d'accord avec celui de M. Edm. Becquerel, ne porte d'ailleurs aucune atteinte aux mesures de densités de vapeurs de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, mesures complètement indépendantes, comme ces savants ont eu soin de le faire remarquer, de la valeur absolue des températures fixes servant à leurs mesures. Il est même certain que, sous certaines conditions qu'ils savaient reproduire à coup sûr, ils obtenaient dans leur étuve une température fixe de 1040°; mais cette température n'est pas celle de l'ébullition du zinc.

— M. C. *Decharme* continue ses expériences hydrodynamiques et produit l'imitation, par les courants liquides, des anneaux de Nobili, obtenus avec les courants électriques.

La seule différence, vraiment essentielle, entre les deux sortes d'anneaux, c'est que ceux de Nobili présentent des couleurs irisées que ne possèdent pas les autres; encore cette différence n'est-elle pas absolue. En effet, dans un très grand nombre de cas, les anneaux de Nobili sont seulement clairs et obscurs alternativement, c'est-à-dire monochromes. D'autre part, les anneaux hydrodynamiques ne sont pas dépourvus de coloration, car, en regardant la flamme d'une bougie (ou même la lumière diffuse du jour, vis-à-vis d'un fond noir), au travers d'anneaux formés avec du sulfate de baryte parfaitement blanc, on voit ordinairement, autour du centre incolore, une zone extrêmement mince, d'une teinte bleu pâle, tandis que les deux grands anneaux extérieurs, et

surtout les cercles étroits qui les terminent, sont colorés en jaune et en orangé plus ou moins foncé, selon l'épaisseur du dépôt. On voit par là que la différence en question n'est pas absolue.

— M. J. *Ville* a fait construire un appareil destiné à régulariser l'écoulement d'un gaz à une pression quelconque.

Cet appareil peut résister à des pressions de 15 atmosphères ; son électro-aimant peut vaincre un excès de pression de 2 atmosphères. Sa sensibilité est très grande, car sa tige nickelée, qui se trouve dans l'axe du tube manométrique, peut être approchée à une distance de 1/4 de millimètre de la surface du mercure. Dès que la diminution de pression dans l'enceinte acquiert la valeur de 1/4 de millimètre de mercure, le jeu de l'appareil compense cette diminution de pression. On peut abandonner l'opération à elle-même pendant plusieurs heures, pendant toute une nuit par exemple.

— M. *Marey* adresse une lettre sur la reproduction, par la photographie, des diverses phases du vol des oiseaux.

L'auteur a construit, dans le format d'un fusil de chasse, un instrument qui donne aisément douze images successives par seconde, chaque image n'employant pour se produire que 1/700 de seconde.

Avec des plaques au gélatino-bromure d'argent, cette durée est suffisante même pour un temps couvert. On peut, par un beau soleil, réduire la pose à 1/1500 de seconde (ces durées ont été contrôlées au chronographe).

En disposant une série de ces images dans un phénakisticope de Plateau, on reproduit l'aspect de l'oiseau qui vole, dans des conditions qui rendent facile l'analyse du mouvement.

— M. *A. Ledieu :* Considérations sur la théorie cinétique des gaz et sur l'état vibratoire de la matière.

— M. E. *Sarrau :* Sur la compressibilité des gaz.

— M. *L. Clémandot* appelle *trempe par compression* un nouveau mode de traitement des métaux, particulièrement de l'acier, qui consiste à chauffer le métal à la température du rouge cerise, à le comprimer fortement et à le maintenir sous pression jusqu'à complet refroidissement.

Astronomie. — M. *W. Huggins* a obtenu une photographie du spectre de la grande nébuleuse d'Orion avec une pose de quarante-cinq minutes.

Dans la photographie de la nébuleuse, on ne peut pas reconnaître avec certitude des raies dans la partie du spectre entre $H\gamma$ et la nouvelle raie 3730, ni des raies plus réfrangibles que celle-ci. Si d'autres raies existent, il faut qu'elles soient très faibles par rapport aux autres.

La photographie laisse voir aussi un spectre continu faible, qui peut bien venir de la lumière stellaire. Pendant la pose, les étoiles du trapèze étaient placées près du bord de la fente, en sorte que la lumière de la partie la plus brillante de la nébuleuse peut intervenir pour donner un spectre sur la plaque.

Mathématiques. — M. *F. Brioschi :* Sur une application du théorème d'Abel.

— M. *Appell :* Sur les fonctions uniformes d'un point analytique (x, y).

— M. *Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. E. *Goursat :* Sur les fonctions uniformes présentant des lacunes.

Pathologie. — M. *E. Cosson* décrit un cas de préservation contre la maladie charbonneuse, observé chez l'homme, et qui confirmerait les expériences de M. Pasteur sur la préservation des animaux par l'inoculation du virus atténué.

— M. *Brown-Sequard* a observé des faits nouveaux établissant l'extrême fréquence de la transmission, par hérédité, d'états organiques morbides, produits accidentellement chez des ascendants.

Les individus sur lesquels les recherches ont été faites appartiennent tous à la même espèce, le cobaye (*Cavia Cobaya*), espèce chez laquelle le système nerveux a des influences exceptionnellement puissantes sur la nutrition et les sécrétions. La transmission de quelques-uns de ces états organiques s'est continuée d'une génération à une autre jusqu'à la cinquième et même la sixième, de telle sorte que, pour l'un de ces états organiques, une exophtalmie, il semble qu'un type persistant et probablement permanent a été produit.

Il ressort des faits étudiés dans ce travail que, chez le cobaye, il y a très souvent, chez des descendants, transmission par hérédité d'altérations de nutrition très variées, qui ont été produites chez les parents par des lésions purement accidentelles.

Viticulture. — M. le *ministre de l'agriculture* adresse une lettre de M. Balbiani qui démontre l'importance de la destruction de l'œuf d'hiver du phylloxera et l'opportunité d'entreprendre des expériences méthodiques.

Les recherches à faire dans le laboratoire exigent, outre une installation spéciale, l'habitude de l'expérimentation physiologique et des manipulations chimiques, ainsi que des connaissances en entomologie générale et en micrographie; elles ne pourraient, par conséquent, être entreprises que par des savants de profession, pour inspirer toute confiance dans leurs résultats.

On pourrait, dès à présent, commencer sur un certain nombre de vignobles l'essai de quelques moyens de traitement, tels que le décorticage et l'ébouillantage. Il faudrait y procéder sans retard, en raison de la prochaine montée de la sève, qui pourrait rendre ces opérations, le décorticage surtout, dangereuses pour la vigne. Un autre motif pour se hâter est le court délai qui nous sépare de l'époque de l'éclosion de l'œuf d'hiver, qui a lieu vers le milieu d'avril.

Parmi les viticulteurs, en petit nombre, qui ont expérimenté les méthodes de traitement dirigées contre l'œuf d'hiver, il faut citer M. Prosper de Lafitte, président du comité central d'études et de vigilance contre le phylloxera de Lot-et-Garonne, et M. Sabaté, propriétaire dans la Gironde.

— M. *Émile Blanchard,* à propos de la précédente communication, constate l'accord qui existe entre les naturalistes au sujet de l'utilité de poursuivre la destruction de l'*œuf* d'hiver du phylloxera; il rappelle que, dès l'année 1876, il a exposé devant l'Académie les résultats qu'on devait attendre de cette destruction, en même temps qu'il sollicitait l'entreprise d'expériences.

— M. *Leclère* communique de nouveaux renseignements sur l'emploi du bitume de Judée, dans l'antiquité, comme préservateur de la vigne.

Ils sont donnés par un médecin et naturaliste arabe du xe siècle de notre ère. Le morceau a été inséré par Ibn el Beithar dans son *Traité des simples*.

L'auteur est particulièrement connu sous le nom de *Té-*

mimi, surnommé *el Mocadessi,* du nom arabe de Jérusalem, où il résidait. Grâce au voisinage de la mer Morte, il en fit une étude particulière.

Physiologie. — M. *E. Duclaux* s'arrête à la digestion gastrique et il croit pouvoir répondre à une question qu'on s'est souvent posée : pourquoi l'estomac ne se digère-t-il pas lui-même ? A la suite d'une expérience restée célèbre, Claude Bernard avait cru pouvoir attribuer cette résistance à la protection conférée par la couche épithéliale. Mais il est bien permis de remarquer que la réponse n'est pas topique. Il ne s'agit pas de savoir pourquoi le suc gastrique, arrivé dans la cavité de l'estomac, ne dissout pas les cellules de la muqueuse, mais pourquoi il ne les dissout pas au moment où il est sécrété par elles. La question devait se poser quand on croyait que le suc gastrique agissait indifféremment sur toutes les matières albuminoïdes. Elle n'a plus rien d'embarrassant depuis que nous savons qu'il en respecte quelques-unes. Nous sommes ici en présence d'un cas particulier de cette loi générale et nécessaire qui veut que toute cellule soit faite d'éléments inattaquables dans les conditions où elle se développe et où elle vit.

L'expérience est en parfait accord avec cette manière de voir. Des muqueuses des quatre estomacs du mouton, mises dans l'eau acidulée, celle qui se dissout le moins est celle de la caillette. Il y a plus : toutes ces muqueuses, en se dissolvant, appauvrissent la liqueur de son acide chlorhydrique par un mécanisme encore inexpliqué et diminuent le titre acide. Celle de la caillette est encore celle qui le diminue le moins. Si on suppose les cellules de ces muqueuses remplies d'un même liquide acide, celles qui en laisseront le plus transsuder à l'extérieur sont donc celles de la caillette. On retrouve là un nouvel exemple de l'accommodation de la structure à la fonction. L'étude de la digestion pancréatique nous en fournira d'autres.

— MM. *P. Bert* et *Laffont* ont dirigé leur attention sur l'influence du système nerveux sur les vaisseaux lymphatiques, et ils trouvent que les vaisseaux lymphatiques se comportent vis-à-vis des excitants physiques absolument comme les vaisseaux sanguins, et, tandis que tout le monde est d'accord pour attribuer ces phénomènes de dilatation ou de resserrement vasculaire sanguin au système nerveux, personne n'a cherché s'il en est de même pour le système vasculaire lymphatique. Peut-être doit-on attribuer cet oubli à la difficulté que l'on a à observer un certain temps les lymphatiques intestinaux d'un animal en digestion et à découvrir sur le vivant les lymphatiques des autres régions.

— M. *Ch. Richet* a étudié l'action chimique des différents métaux sur le cœur de la grenouille.

L'auteur appelle *limite de toxicité* la quantité maxima de métal, rapportée à 1 litre d'eau, qui, au bout de deux heures d'une expérience n'a pas définitivement arrêté la contractilité du cœur.

Tous les sels métalliques employés étaient des chlorures en solution aqueuse et parfaitement neutre. La limite de toxicité a été calculée, non pour le poids de chlorure, mais pour le poids de métal combiné. Elle est rapportée à 1 litre d'eau.

Il est à remarquer que la toxicité de ces métaux n'est pas en rapport avec leur poids atomique. Même pour les métaux d'une même famille, ce rapport n'existe pas. Ainsi le césium est moins toxique que le rubidium, le lithium et le potassium. Le rubidium est moins toxique que le lithium et le potassium. Le lithium est plus toxique que le sodium. Le palladium est plus toxique que le platine, etc.

Le nickel, qui, sur les branchies des poissons, agit moins que le cuivre, le fer et le potassium, est beaucoup plus actif que ces métaux sur le cœur de la grenouille. Le cuivre, qui est si dangereux pour les branchies des poissons, est très peu toxique pour le cœur de la grenouille. C'est le contraire qu'on observe pour le calcium.

Parmi les chlorures métalliques, il en est qui arrêtent le cœur en systole (*poisons systoliques*), comme le baryum, le calcium, le strontium, le cérium. D'autres arrêtent le cœur en diastole, comme le potassium, le césium, le rubidium, l'ammonium, le nickel, le cobalt, le magnésium. Pour les autres, le cœur s'arrête dans un état intermédiaire à la systole et à la diastole.

— M. *S. Jourdain* détermine les voies par lesquelles le liquide séminal et les œufs sont évacués chez l'astérie commune, et il trouve que le prétendu cœur et les deux cercles vasculaires qu'on y a rattachés représentent l'ensemble complexe des voies génitales et des glandes annexes chez l'astérie commune. Chez l'astérie, comme chez les holothuries, c'est par un pore situé dans le cadre péribuccal et non par des plaques criblées interradiales que le sperme et les œufs sont évacués au dehors.

Zoologie. — M. *A. Raffray* sépare en quatre zones la distribution géographique des coléoptères en Abyssinie.

Dans la première, du littoral, les coléoptères, assez nombreux, mais peu variés, appartiennent presque exclusivement à des types sahariens. Les ténébrionides dominent.

Dans la deuxième, qui comprend les vallées et les plaines basses, presque tous les coléoptères appartiennent à des types sénégaliens.

Dans la troisième, des plateaux, les coléoptères appartiennent à plusieurs types différents ; la plupart sont spéciaux, au moins spécifiquement ; d'autres offrent quelque analogie avec Natal ; d'autres enfin sont apparentés à des types de la faune circa-méditerranéenne, mais on n'y voit presque jamais de types franchement sénégaliens : ainsi presque plus de longicornes, buprestides, ténébrionides et cétonides ; par contre, un nombre considérable de lamellicornes coprophages et de carabiques. C'est parmi ces derniers surtout que l'on trouve des analogies avec la faune de Syrie et de l'Europe méridionale : *Zuphium, Drypta, Brachinus, Siagona, Chlanius, Harpalus, Bembidium.*

Dans la quatrième zone subalpine, sur une trentaine d'espèces de coléoptères, cinq seulement s'éloignent des formes européennes ; toutes les autres semblent provenir des régions montagneuses de l'Europe tempérée.

Géologie. — M. *Gruner* étudie le mode de formation du bassin houiller de la Loire et les causes qui modifient, en divers points, la nature des houilles.

Dans les bassins *simples* et *peu larges,* comme ceux de la Creuse et du Puy-de-Dôme, l'affaissement du dépôt se fait constamment le long des mêmes failles, sauf les intervalles de repos lors de la formation de chaque nouvelle couche de houille.

C'est le cas aussi de la portion du bassin de la Loire qui s'étend des rives du Rhône jusqu'à la Grand'Croix, située à 4 kilomètres au delà de Rive-de-Gier. Dans cette région, le

dépôt houiller a pris la forme de fond de bateau; il incline des deux bords vers l'axe central. A la base est une puissante brèche, un véritable éboulis de roches anciennes, qui prouve la violence et la grandeur du premier affaissement, lors de l'ouverture des deux failles opposées.

A la brèche, succède le premier étage houiller, celui de Rive-de-Gier; mais alors l'affaissement cesse à Rive-de-Gier même; tandis qu'il se continue au sud-ouest, dans la direction de Saint-Chamond et de Saint-Étienne. En consultant la carte, on voit, en effet, que le bassin s'élargit à partir de la Grand'Croix; seulement, là aussi, l'affaissement ultérieur atteint uniquement la région voisine de la lisière sud, celle qui longe le pied du Pilat. C'est là seulement, entre Terrenoire et Firminy, que se rencontrent les étages supérieurs. Au nord, on ne rencontre aucun témoin de dépôts plus modernes; ils ne furent pas balayés après coup, ils n'y ont jamais existé.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Revue médicale de la Suisse Romande (nos 7 à 12, juillet à décembre 1881). — *Bugnion* : Ankylostome duodénal et anémie du Gothard. — *Prévost* : Expériences relatives à l'élongation des nerfs et aux névrites. — *Gautier* : De la desquamation épithéliale de la langue. — *Marc Dufour* : Sur la transplantation conjonctivale. — *Kaspar* : Note sur le moyen de conserver intact le titre du peptonate de mercure. — *E. Martin* : Deux observations d'abcès rétro-pharyngiens. — *Kocher* : L'excision totale de la matrice et la question du drainage abdominal. — *De Cérenville* : Note sur l'emploi du lavage de l'estomac dans le traitement du vomissement incoercible et du vomissement des phtisiques. — *C. Picot* : Traitement de la diphthérie par la pilocarpine. — *Lombart* : Périodicité physiologique et pathologique. — *Phil. de la Harpe* : Lait concentré sans sucre. — *H. Girard* : Épidémie de la diphthérie dans un jardin Fœbel. — *Aug. Reverdin* : Ovariotomie, traitement intra-péritonéale du pédicule.

— Archives générales de médecine (décembre 1881, janvier 1882). — *Lancereaux* : Néphrite et arthrite saturnine, coïncidence de ces affections avec la néphrite et l'arthrite goutteuses. — *E. Magitot* : Études cliniques sur les accidents de l'éruption des dents chez l'homme. — *E. Barié* : Contribution à l'histoire des paralysies d'origine intestinale. — *Monod* et *O. Terrillon* : De la contusion du testicule et de ses conséquences. — *J. Strauss* : Des lésions rénales dans leur rapport avec l'hypertrophie cardiaque. — *E. Pineau* : Note sur l'épidémie de suette miliaire de l'île d'Oléron (Charente-Inférieure). — *Lannelongue* : Anomalie de trois membres par défaut; amputations congénitales des auteurs. — *Poirier* : Le tubercule du sein chez la femme et chez l'homme.

— Kosmos (t. V, fasc. 8 et 9). — *Duprel* : Critique de la théorie du système solaire. — *Focke* : Propagation des plantes par les animaux. — *Jung* : Influence de la lumière sur le développement des animaux. — *Fischer* : Comparaison des pierres taillées et des ossements taillés dans les diverses parties de la terre. — *Carnier* : La conscience et la certitude. — *Reichenau* : Origine des caractères sexuels secondaires du mâle chez les coléoptères. — *Herbert Spencer* : Des sociétés industrielles et de leur organisation sociale.

— Revue internationale de l'enseignement (n° 1, janvier 1882). — *Gaston Pâris* : Paulin Pâris et la littérature française au moyen âge. — *Jean Pio* : L'état sanitaire dans les collèges et les institutions de demoiselles à Copenhague. — M. *L. Mabilleau* : Les thèses de la Sorbonne (l'astrologie au XVIe siècle). — *Émile Beaussire* : L'enseignement de la philosophie avant les nouveaux programmes.

— Journal of mental science (janvier 1882, t. CXX, n° 84). — *Robertson* : État de la médecine mentale en Angleterre; — discours prononcé au congrès médical international. — *J. Mickle* : Hallucinations dans la paralysie générale des aliénés et leurs relations avec les localisations cérébrales. — *Mercier* : Nature de la folie. — *Philo Indicus* : Folie émotionnelle suivie d'homicide. — *Atkins* : Paralysie agitante avec folie. — *Savage* : Hémorrhagie punctiforme cérébrale.

CHRONIQUE

Académie des sciences. — La section de médecine et chirurgie a présenté pour la place vacante dans cette section, et à l'unanimité des voix, la liste suivante :

1° M. Davaine;
2° M. Charcot;
3° MM. Bert et Brown-Sequard (*ex æquo*);
4° M. Sappey.

— L'électricité employée comme force motrice sur les chemins de fer. — Un journal de Saint-Paul (Amérique), le *Pioneer-Prees*, rapporte que le président du Northon Pacific vient de signer un traité avec le célèbre inventeur Edison, pour la construction de 80 kilomètres de chemin de fer, sur lesquels M. Edison mettra à l'essai les machines électriques destinées à fournir la force motrice pour la traction des trains. Le président payera à M. Edison une somme convenue pour la nouvelle voie si la force motrice en question donne des résultats satisfaisants. Quant à l'inventeur, il est couvert par des capitalistes nombreux, disposés à faire les frais d'une entreprise dans le succès de laquelle ils ont toute confiance. Aux termes du marché intervenu, les 80 kilomètres de voie devront être construits dans le courant de l'année prochaine; si l'expérience ne réussit pas, E. Edison et ses commanditaires auront à supporter la majeure partie des frais. Nous tiendrons nos lecteurs au courant de ce que cette tentative pourra présenter d'intéressant.

— Tronçon de chemin de fer construit en dix-huit heures. — Le chemin de fer qu'on a construit le 5 septembre dernier, pour transporter le président Garfield à Longbranch, est certainement, jusqu'à ce jour, celui qui a été achevé dans le délai le plus bref.

Cette ligne, qui avait son point de départ à Elberon, où elle devait s'embrancher sur la ligne principale de New-Jersey central, avait une longueur d'un peu plus d'un kilomètre.

A trois heures de l'après-midi on commençait les travaux de terrassement avec une équipe de douze ouvriers; chaque train suivant amenait de nouvelles escouades d'ouvriers, de sorte qu'à sept heures du soir leur nombre s'élevait à 350. A sept heures un quart, un train venait apporter les matériaux, traverses et rails destinés à la superstucture; une demi-heure après on pouvait poser le premier rail, et le lendemain matin à deux heures quarante minutes, les rails étaient posés sur toute la longueur de la ligne. Les travaux, qui avaient été interrompus pendant deux heures, furent repris à cinq heures, et à neuf heures du matin, tout était terminé. Pour plus de sécurité, on avait fait parcourir à plusieurs reprises la nouvelle ligne par une locomotive et son tender. Le travail tout entier avait duré en tout dix-huit heures.

— Faculté des sciences de Paris. — Le jeudi 23 mars, à huit heures et demie, dans le nouvel amphithéâtre, M. Joyeux-Laffuie a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles, une thèse ayant pour sujet : Organisation et développement de l'oncidie.

— Le samedi 25 mars, à neuf heures et demie, M. Hébert soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Études sur les lois des grands mouvements de l'atmosphère et sur la formation et la translation des tourbillons aériens.

— Le mardi 28 mars, à trois heures, dans la salle des examens, nouvel amphithéâtre, M. Nicolas soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : Étude des fonctions de Fourier (première et deuxième espèce).

— Le mardi 21 mars, M. le comte de Sparre a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse sur le mouvement du pendule conique à la surface de la terre.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [369]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 13 1er AVRIL 1882

PSYCHOLOGIE

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCE DE M. P. REGNARD

Les Sorcières.

Mesdames, messieurs,

On lit au vingtième chapitre du *Lévitique* une phrase qui à elle seule a été aussi funeste à l'humanité que les inventions les plus meurtrières de l'artillerie ou que les guerres les plus terribles: « L'homme ou la femme, dit l'Écriture, qui sera possédé de Python, ou de l'esprit de divination, sera mis à mort. »

C'est de là, messieurs, que sont parties ces grandes persécutions dont je vais avoir à dérouler devant vous le sombre tableau. Je ne sais sous quelle impression vous quitterez cette salle; mais je ne trouve, pour ma part, rien de plus attristant que l'étude que je viens de faire et dont je vais essayer de vous communiquer les résultats.

Vous êtes venus ici chaque semaine entendre développer les inventions merveilleuses du génie de l'homme; on a fait passer devant vous, en quelques heures, tout ce qu'a fait de grand et de noble l'époque où nous vivons, et vous êtes sortis heureux, l'esprit libre, fiers pour l'humanité, fiers pour la pâtrie française qui a vu naître la plupart de ces glorieuses découvertes.

La conférence d'aujourd'hui va faire comme une tache sombre au milieu de ce flot de lumières. Mon rôle, ingrat s'il en fut, sera de vous initier aux folies d'un autre âge. J'apporterai ici la note triste, mais peut-être, si je remplis bien mon but, arriverai-je à vous démontrer encore une fois le rôle de la science dans l'histoire, son influence sur l'esprit et sur les mœurs de l'humanité.

C'est au moyen âge, messieurs, et à la Renaissance que la sorcellerie a surtout fleuri; c'est alors qu'elle a fait le plus grand nombre de victimes.

Les XVe et XVIe siècles semblent surtout avoir été infestés par cette horrible vésanie. L'antiquité en effet croyait bien aux sorciers, mais elle les considérait surtout comme des êtres inspirés de la divinité même; elle les honorait parce qu'elle les craignait, elle ne se serait jamais avisée de leur nuire : dans les mythologies de la Grèce et de Rome, le dieu des enfers n'est pas l'ennemi du maître de l'Olympe, il est son frère, son allié et au besoin l'exécuteur de ses ordres; le sorcier n'est pas un soldat de l'un contre l'autre, il est inspiré par tous deux et respecté par cela même.

Au moyen âge, au contraire, l'esprit religieux a pris une autre tournure : deux êtres presque égaux se disputent le pouvoir ; Dieu a un ennemi, ennemi personnel qu'il pourrait terrasser, mais qu'il conserve ; à qui, *par une juste permission,* il laisse le droit de tourmenter l'humanité pour que celle-ci par sa résistance même gagne des mérites ; il est le mal incarné cherchant à entraîner les âmes vers lui et à les arracher à la rédemption. Il lutte, il résiste à son maître et ne cède qu'à la dernière extrémité. L'antiquité avait créé Ormudz et Ariman ; le moyen âge, manichéen sans vouloir se l'avouer, oppose à Dieu et à ses élus, Satan et son innombrable armée.

Alors la lutte s'ouvre entre les deux principes et avec des forces qu'ils tentent de rendre égales ; l'Être tout-puissant a ses anges et ses armées célestes ; le Diable a sa troupe innombrable de démons, il se nomme légion, ses bataillons sont nombreux. Ils sont encadrés par des officiers dont nous connaissons les noms : c'est Belzébuth, Asmodée, Magog, Dagon, Magon, Astaroth, sorte de chefs de cohorte ayant leurs lieutenants, et au-dessous d'eux, la foule immense des démons aussi nombreux que les anges mêmes, luttant corps à corps avec eux. De même que chaque âme a son ange qui

le garde pour le bien, elle a son démon qui lui souffle le mal et c'est à elle de choisir.

D'ailleurs, messieurs, les mêmes procédés sont employés par les deux principes, et cela par une juste tolérance de Dieu qui veut laisser à son ennemi l'égalité des armes. L'Être divin s'est incarné pour le salut des hommes, le Diable jaloux veut aussi s'introduire dans le corps d'êtres moins bien gardés, et s'en empare, parle par leur bouche, les annihile : il les *possède*. De rage, il se jette même dans le corps des animaux les plus immondes et la mort seule peut l'en déloger, si l'exorcisme fait au nom du ciel n'a pas réussi.

Alors vous concevez la terreur que peut inspirer une pareille croyance : chacun se demande si d'un instant à l'autre son défenseur céleste ne sera pas vaincu, s'il ne tombera pas aux mains du malin esprit sans défense et sans secours.

D'une pareille crainte à la folie il n'y a pas loin, vous le verrez bien tout à l'heure.

Mais la *possession*, l'incarnation n'est pas la seule arme de Satan : il est surtout tentateur. La puissance que lui laisse le ciel lui permettra de se transformer, il peut prendre tel travestissement qui lui plaira. Il apparaît tout à coup chez la malheureuse femme qui se meurt de misère et de faim, ses mains sont pleines d'or ; il abandonnera ses richesses, mais il faut se donner à lui par *pacte* écrit et signé avec du sang. Il va partout, nous le trouvons au château, dans la chaumière, au fond des forêts, partout il a quelqu'un des siens prêt à venir tenter celui que Dieu semble abandonner un instant.

On peut donc se donner à lui librement et, dans ce cas, on est *sorcier*. On devient son serviteur dans ce monde avant d'être son esclave dans l'autre. Dieu a ses prêtres et ses fidèles sur cette terre, et chaque dimanche il les réunit dans ses temples ; Satan, lui aussi, a ses prêtres et ses fidèles, et il a voulu avoir ses réceptions ; il assemble les siens la nuit dans quelque lande lointaine : c'est le *sabbat*.

Vous le voyez, dans l'esprit théologique du moyen âge, le sorcier, c'est l'homme qui a déserté l'armée du bien pour s'enrôler dans celle de Satan, il est son esclave sur la terre, il lui obéit et commet par ses ordres tous les crimes qui lui sont ordonnés contre les élus du Seigneur.

Le sorcier est donc le pire ennemi de l'humanité ; il est le traître répandu et caché dans l'armée du bien ; il jette les maux et les poisons, en secret, sur les ordres de son maître ; son crime est le pire qui puisse exister et il est le plus redoutable puisqu'il est le plus mystérieux. On ne lui doit aucune pitié. Et alors reparaît la terrible phrase du *Lévitique* : Celui-ci qui sera possédé de l'esprit de Python sera mis à mort.

Tout à l'heure nous reviendrons sur tout cela. Si j'ai voulu vous donner tout d'abord cette vue d'ensemble, c'était pour bien vous faire comprendre ce que c'était qu'un *sorcier*.

Ce soldat de Satan, ce prêtre du mal, comment arrivait-il à ses fins ? C'est ce que l'examen minutieux des procès et des interrogatoires nous apprendra. J'ai lu tout au long une grande partie de ces pièces judiciaires et je vous confesse que rien n'est plus triste. L'absurde s'y mêle à l'odieux, le grotesque se rencontre auprès du sublime, le courage des accusés étonne, la stupidité des juges écœure ; on sent qu'on vit au milieu des fous, mais on ne sait vraiment lequel l'est davantage du malheureux qui s'accuse à faux ou du moine et du théologien qui le condamne. C'est une lecture navrante et drôle, et, comme le dit un des maîtres de la médecine française, elle vous fait endurer comme un supplice de chatouillement, le rire se mêle à la souffrance.

La sorcière, a dit Michelet, fut une création du désespoir. C'est de la misère en effet, de la douleur ou du chagrin que naissait alors cette forme de folie, comme aujourd'hui ces diverses causes font naître souvent les délires mélancoliques ou ambitieux ; l'aspect de la folie était différent à cause des mœurs différentes de l'époque, mais le résultat demeurait le même. Un soir, une femme généralement, souvent aussi une de ces femmes nerveuses déjà sujettes aux accidents convulsifs, voyait apparaître devant elle un cavalier élégant et gracieux, il entrait quelquefois par une porte ouverte, plus souvent il apparaissait d'emblée et comme sortant de terre. Bien rarement il avait une forme repoussante : écoutez en effet les sorciers les décrire devant le tribunal : il est habillé de blanc avec une toque de velours noir à plume rouge, ou bien il est vêtu d'un pourpoint splendide couvert de pierreries et tel qu'en portent les grands seigneurs. Il est arrivé de lui-même, ou bien il n'est apparu qu'à suite d'un appel, d'une invocation de celle qui va devenir sa proie.

Alors il propose à la sorcière de l'enrichir, de lui donner la puissance, il lui montre son chapeau plein d'argent ; mais pour conquérir tous ces biens il faut renoncer au *baptême*, renier Dieu et se donner à Satan corps et âme.

Vous le voyez, il s'agit là d'une hallucination bien caractérisée ; une femme tourmentée par quelque chagrin voit arriver tout d'un coup une apparition semblable à celle qu'on lui a décrite tant de fois depuis son enfance ; c'est l'être redouté, c'est Satan : il offre tous les biens si on se donne à lui : il n'y a pas à hésiter. Nos hallucinés d'aujourd'hui n'agissent pas autrement, seulement ils voient les princes et des souverains qui leur offrent des décorations et quelquefois des sous-préfectures.

Satan se déguise pour apparaître, mais il ne se cache pas et déclare fort bien qui il est : à la première question, il décline ses qualités. Rarement c'est un diable de première catégorie qui apparaît ainsi, c'est généralement un simple soldat, et il n'appellera un de ses chefs à la rescousse que s'il échoue dans sa première tentative. Le principe de la division du travail semble régner en enfer ainsi qu'une hiérarchie très sévère, car un des moins absurdes démonologues que l'on connaisse, Jean Weier, reconnaît qu'il y a dans l'armée diabolique 72 ducs, marquis et comtes, et 7405928 diablotins.

Quand il essaye de faire une initiée, le diable trouve tous les moyens bons (et voyez comme l'hallucination continue) ; il n'est pas rare qu'il parle de Dieu et qu'il en dise le plus grand bien.

Ainsi un jour, près de Douai, il rencontre Louise Maréchal qui faisait un pèlerinage pour le repos de l'âme de son mari ; il lui conseille de prier Dieu fermement et avec cou-

fiance : il ne l'abandonnera pas. Puis il lui donne une petite boule colorée qui aura la propriété de faire mourir tout ce qu'elle touchera. Louise Maréchal, convaincue de s'être servie de cette boule dans sa famille, fut brûlée vive à Valenciennes.

Une autre fois, il apparaît à Saincte-le-Ducs et il l'engage à aller au pèlerinage de Saint-Guislain et à faire dire des messes pour le repos de l'âme de son mari. Ce n'était pas logique, mais cela est précieux pour nous médecins, car nos hallucinés d'aujourd'hui ne le sont guère davantage et il n'est pas besoin de demeurer longtemps dans un service d'aliénés pour y voir des princesses qui déclarent qu'elles recevront leur cour quand elles auront fini leur ménage et lavé leur vaisselle.

Ne croyez pas que le diable ne s'adresse qu'à des adultes, il aime au contraire les enfants. Dans les grandes folies épidémiques les enfants sont presque toujours atteints les premiers. Catherine Polus fut sorcière à huit ans ; elle était d'une famille où tout le monde était fou et se déclarait voué au diable. Marie Desvignes fut sorcière à treize ans. Nous en verrons ainsi des quantités énormes.

Mais revenons à l'initiation. Le démon, après avoir fait ses offres à la sorcière, lui disait son nom : remarquez qu'il n'avait jamais un de ces noms bibliques qu'affectionnaient les démonologues. Dans son hallucination, la paysanne lui donnait un nom de paysan : il s'appelait Joly, Pouillon, Vert-Galant, Verdelot, Robin, etc. A son tour, et par jalousie contre le ciel, le démon baptisait la sorcière, et peu lui importait de lui donner un nom de sainte. Puis il la marquait, et ceci a la plus grande importance ; il la touchait au bras, au front, derrière l'oreille, et désormais ce point demeurait pour toujours insensible ; on pouvait le piquer sans provoquer de douleur et sans qu'il s'écoulât la moindre goutte de sang. Vous verrez le parti que l'on tirait de ce fait dans le procès de la sorcière : c'était le *stigma diaboli*.

Le diable revenait souvent voir son initiée, la consolait, et finalement lui donnait ses lettres de grande naturalisation infernale. C'était le *pacte*, où chacun apposait sa signature. On l'écrivait généralement de son sang, et le diable y mettait sa griffe. J'ai pu retrouver dans un traité de théologie, publié en 1625 par Gilbert de Vos, un fac-similé de ces signatures laissées par les esprits. Vous voyez que tous les points où les doigts ont touché ont été roussis et brûlés ; je fais projeter une autre photographie où vous voyez la trace de la main de l'esprit sur le pacte. Tout à l'heure je vous montrerai une lettre du diable qui existe à la Bibliothèque nationale et qui est remplie de fautes d'orthographe.

Il ne faudrait pas croire, messieurs, que le diable tînt strictement ses promesses. Son mauvais naturel apparaissait bien vite, car, dès qu'il était parti, la sorcière s'apercevait qu'au lieu des pièces d'or et des bijoux qu'il lui avait donnés, il ne restait qu'un tas de feuilles sèches ou quelques morceaux de bois. Nos aliénés actuels ont aussi de ces surprises désagréables quand, leurs hallucinations passées, ils constatent que leurs sceptres, leurs épées et leurs joyaux ne sont en réalité, que des objets usuels sans beauté et sans valeur.

Je vous disais que, pour Satan, tous les moyens sont bons et tous les déguisements possibles. S'il veut séduire quelque grand saint, quelque anachorète vénéré, il enverra sa légion de diablesses d'une ravissante beauté, car il y a, paraît-il, des femmes en enfer. C'est un procédé qu'il affectionne et qui lui réussit souvent ; mais quelquefois aussi il est repoussé avec perte : souvenez-vous de saint Antoine.

Il n'est pas rare que, pour mieux tromper encore, le loup se déguise en berger, le diable en ermite. Voici une vieille gravure qui vous le montre costumé en moine ; il s'est introduit dans le couvent de Saint-Leufroi, mais il a été reconnu à ses pattes de poulet, et vous voyez qu'il lui en cuit.

En résumé, comme toutes les formes de la folie, la sorcellerie, ou pour parler plus scientifiquement, la démonopathie, commence par une série d'hallucinations. On s'étonnera peut-être que ces hallucinations fussent les mêmes chez toutes les sorcières. Cela n'a pourtant rien de surprenant ; c'est toujours l'actualité qui décide des formes de la folie : autrefois on voyait des diables et des esprits ; les fous qu'on enferme aujourd'hui sont souvent persécutés par la physique et rêvent de bobines et d'électro-aimants. Je me souviens d'avoir vu à la Salpêtrière, où j'étais interne, une institutrice tellement persécutée par l'électricité statique, que, sachant la porcelaine non conductrice du courant, elle se promenait toute la journée et dormait même coiffée d'une cuvette de toilette. Le processus de la folie est toujours le même ; les idées régnantes en changent simplement l'aspect extérieur.

Mais revenons à notre sorcière, et voyons ce que devenait son existence dès qu'elle s'était donnée à Satan.

Tout d'abord, elle lui devait obéissance, et, puisqu'elle faisait partie de l'armée du mal, elle devait servir le démon et l'aider sur cette terre. Elle jetait des *sorts* et accomplissait des maléfices ; en même temps sa vie était souvent troublée par des crises convulsives sur lesquelles nous devons nous arrêter.

C'est en lisant avec soin les procès des sorciers que l'on peut se rendre compte des crimes qui leur étaient reprochés. Bodin, Boguet, de Lancre, Nicolas Rémy, magistrats chargés à différentes époques d'instruire les procès de diablerie, ont pris soin de nous les bien détailler. Ils sont au nombre de quinze : dix contre Dieu et cinq contre les hommes. D'abord les sorciers renient Dieu, ils le blasphèment, ils adorent le diable, ils font avec lui un pacte, ils vouent leurs enfants à Satan, ils les tuent avant le baptême, ils font de la propagande, ils invoquent le diable, enfin ils méconnaissent toutes les lois de la nature.

Contre les hommes, les chefs d'accusation étaient plus nets ; ils ne visaient plus des péchés contre la religion, mais bien des crimes de droit commun qui ne se distinguaient des autres que par la singularité et la provenance des moyens employés.

Dès ses premières visites, Satan fait cadeau à la sorcière de poudres enchantées ; il lui suffira d'en mêler quelques parcelles aux aliments d'une personne pour que celle-ci tombe foudroyée ou pour qu'elle soit prise d'une maladie de langueur. Il suffisait même quelquefois à la sorcière d'en

jeter sur un passant pour le faire mourir immédiatement. Quelquefois, pour que l'effet fût plus certain, elle devait prononcer quelques paroles magiques. Bodin et Weier nous ont conservé ces mots terribles, et si vous ne craignez pas trop l'effet qu'ils pourraient produire, je vais oser vous les répéter. C'était : Ioth, aglanabaroth el abiel ena thiel amasi sidomel gayes tolonia elias ischiros athanatos ymas eli messias.

La poudre était faite avec des cadavres d'enfants nouveau-nés, surtout avec le cœur; on la faisait encore en pilant des os de morts avec de l'écume de crapaud. Aussi la sorcière était-elle souvent accusée d'avoir élevé de ces animaux et de les avoir mené paître, ce qui se comprend mal. A côté des poudres, on avait les onguents; mais ils servaient rarement, étant difficiles à manier : ils étaient faits de graisse de morts et de mandragore ; nous les retrouverons au sabbat.

Chose curieuse, ces poudres étaient absolument inoffensives entre des mains ordinaires; il fallait qu'elles fussent administrées par la sorcière pour agir. C'était bien la preuve qu'elles étaient magiques, et l'innocuité même de ces préparations devenait contre la sorcière une charge écrasante : tant était grande la logique des théologiens.

Si la sorcière jetait ses poudres sur les récoltes, celles-ci dépérissaient; les terres se couvraient de chenilles, de perce-oreilles, de crapauds et d'énormes serpents; quelquefois une aspersion de poudre ou quelques paroles magiques suffisaient pour faire passer toute la récolte d'un laboureur dans le champ de son voisin. — Les sorcières pouvaient encore couvrir un pays de pluies torrentielles ou de grêle : pour cela, il leur suffisait de battre une flaque d'eau avec une baguette.

Quand on se sentait en butte aux maléfices d'une sorcière et qu'on voulait y échapper, les procédés variaient. Ainsi on pouvait recourir aux exorcismes : un certain nombre de paroles magiques ont la propriété d'expulser les diables; voici un gros volume de 400 pages qui en est uniquement composé; mais cette multiplicité même de remèdes montre leur faiblesse, car s'il y en avait un vraiment bon, il serait resté seul. Les jésuites, les capucins et les dominicains avaient la spécialité de l'exorcisme.

En général, le mieux était de faire avec le diable une cote mal taillée et de transiger. Le premier point, pour la victime d'un sortilège, était naturellement de connaître celui qui en était l'auteur. Rien n'était plus simple : il n'y avait qu'à faire bouillir des aiguilles dans un pot de terre neuf avec du bois de chêne, et la première personne qui se présentait après l'opération était la sorcière : on pouvait aller la dénoncer à l'official sans scrupule. Vous voyez qu'il était dangereux à cette époque de faire des visites.

Puis, le sorcier connu, il n'y avait qu'à lui demander de vous délivrer : pour cela, il invoquait Satan et trempait un pain d'une livre dans l'eau bénite et tout était dit. Satan maniant l'eau bénite!

Si la sorcière nuisait sans cesse aux êtres qui l'entouraient, il ne faudrait pas croire que sa vie à elle fût une fête perpétuelle. Vous avez déjà vu que Satan la trompait et changeait en objets sans valeur les joyaux qu'il lui avait donnés.

Bien mieux, à la moindre désobéissance il la frappait, la brutalisait, s'incarnait en elle, *la possédait,* comme on disait alors; il se substituait à elle et prononçait par sa bouche même une série de blasphèmes contre la divinité. Il se passait alors une série de phénomènes du plus haut intérêt médical; j'appelle sur eux votre attention, car nous allons les retrouver dans une maladie aujourd'hui bien connue et ils nous serviront à expliquer tout ce qu'il y avait de vrai dans la sorcellerie.

C'était surtout en face de l'exorciste que la lutte s'établissait ainsi et que le diable, pour être bien sûr de ne pas abandonner sa proie, s'incarnait en elle. D'autres fois, il faisait tordre la possédée dans d'horribles contorsions : la foule des voisins s'assemblait et un procès criminel n'était pas loin, vous le pensez bien.

Une description de ces crises des sorcières serait bien longue. J'emprunte à un traité de diableries publié en 1659, à Amsterdam, par Abraham Palingh, un certain nombre d'images qui vous feront bien voir ce qu'elles étaient.

Au milieu de son repas, je suppose, la sorcière tombait tout à coup par terre en poussant un grand cri; elle se tordait dans d'horribles contorsions; sa figure n'avait plus forme humaine et le diable grimaçait par ses traits; voyez, sur cette gravure, l'épouvante de tous les convives. Ses membres s'agitaient, elle hurlait, l'écume s'amassait à sa bouche. Enfin, le diable daignait partir et sortait généralement du corps au milieu de vomissements incoercibles.

Voici encore une gravure du même auteur qui vous montre une autre sorcière dans le même état, mais la crise finit autrement et les assistants ont toutes les peines du monde à empêcher cette malheureuse de se jeter par la fenêtre.— En voici une autre qui tombe tout à coup au milieu d'une réunion de famille : je vous en prie, voyez comme ses poignets sont contracturés en arrière; c'est un signe dont je vous reparlerai tout à l'heure.

C'est surtout au milieu des sermons et des cérémonies du culte que l'attaque de possession survenait. Voici encore une gravure empruntée à Palingh qui vous montre une attaque débutant à 'église même et pendant qu'un prédicateur entretient son auditoire de la puissance du démon.

Quand on lit attentivement le récit de ces attaques, on voit que les contorsions de la possédée pouvaient atteindre des degrés inouïs; voyez cette vieille estampe, elle vous montre une de ces malheureuses qui se tient debout sur sa tête, les jambes en l'air au grand ébahissement de la foule. D'autres se plaçaient en arche de pont, ne reposant que sur la nuque et les talons, puis elles étaient prises de mouvements convulsifs dans lesquels elles se lançaient en l'air; finalement, l'attaque se terminait par une période de délire et par des vomissements. Nous reviendrons sur tout cela quand nous parlerons des épidémies de possession.

J'ai hâte d'arriver à un point très important de la sorcellerie, à une série d'hallucinations provoquées qui constituaient ce qu'on a toujours appelé le sabbat.

Jaloux de Dieu, Satan veut comme lui réunir ses fidèles dans son temple un jour par semaine et il imagine le sabbat où se parodient toutes les cérémonies de la religion.

Il y a deux sabbats principaux : le petit et le grand; ils sont identiques, sauf que le grand sabbat réunit les sorciers de toute une région.

C'est la nuit que la cérémonie a lieu; l'endroit choisi est quelque bruyère déserte, un cimetière abandonné, un gibet, un château ou un monastère en ruines; le procédé pour s'y rendre est des plus simples : le diable a remis à la sorcière une graisse spéciale faite du foie d'enfants morts sans baptême. Il lui suffit de s'en frotter le corps, de prononcer des paroles magiques et d'enfourcher un manche à balai pour être aussitôt transportée à travers les airs : dès maintenant, je puis vous dire que, de l'avis de tous, ces onguents contenaient des sucs de solanées vireuses, de mandragore et de belladone, qui ont pour action précisément de provoquer des hallucinations persistantes et enchaînées. Voyez cette gravure du XVIe siècle, elle vous montre une sorcière qui est en train de se graisser, pendant qu'une autre se sauve par la cheminée, à cheval sur son bâton. Dans quelques cas, la sorcière appelait simplement son démon qui la prenait sur son dos et la portait dans les airs. C'est ce que vous montre cette gravure extraite du *Traité de théologie* du R. P. Fr. Guaccius.

En cas de pluie, on se protégeait durant le trajet par quelques paroles magiques. En arrivant au sabbat, on devait subir un léger examen et faire constater qu'on portait bien le *stigma diaboli* : Téniers, le grand peintre, nous a laissé un merveilleux tableau de cette arrivée au sabbat et je vous demande la permission de le faire passer sous vos yeux.

Une fois entré sur le lieu du sabbat, il fallait rendre hommage à Satan, au président de l'assemblée. Il se tenait sur un trône, et cette fois il n'était ni déguisé ni travesti. Il avait une tête et des pieds de bouc (vieux souvenir du dieu Pan), une queue immense, des ailes de chauve-souris. Il lui arrivait bien quelquefois de se costumer autrement (les hallucinations des sorcières ne pouvaient être toujours les mêmes) et alors il se présentait sous la forme d'un baudet, d'un grand cyprès, d'un chat noir, etc.

Tout au sabbat se passait à rebours : on faisait à Satan une révérence, mais en lui tournant le dos : puis solennellement, on renonçait à Dieu, à la Vierge, aux saints, et on se vouait au diable. Voici encore de ces vieilles gravures du XVIe siècle, elles vous représentent ces épisodes. Ce n'était pas suffisant : Satan baptisait chaque néophyte en ridiculisant la cérémonie ordinaire, et il forçait chacun à piétiner sur une croix ; puis, muni chacun d'une torche, tous les sorciers dansaient en rond, en se tournant le dos. Minuit sonnait, et tous se prosternaient devant le maître, c'était le moment de l'hommage suprême.

Après cela avait lieu le banquet; la plus vieille sorcière, la reine du sabbat, s'asseyait à côté de Satan et tout le monde se mettait à table. On mangeait surtout des crapauds, des cadavres, des foies et des cœurs d'enfants non baptisés.

Après quoi les danses recommençaient de plus belle et Satan ne dédaignait pas d'y prendre part ou même de servir d'orchestre : Marie Desvignes, une pauvre fille qu'on a brûlée à Valenciennes, raconte l'avoir entendu chanter un jour une chanson comique : *Guizelire ou le pot d'étain*. Les danses étaient de la dernière obscénité, et je suis obligé, pour ce qui en est, de vous renvoyer aux auteurs originaux qui fort heureusement ont écrit presque tous en latin.

Vers la fin du sabbat commençait la messe noire. Satan, revêtu d'une chasuble de deuil, montait à l'autel et parodiait la messe en tournant le dos au tabernacle. C'était une risée générale : au moment de l'élévation, l'officiant offrait à l'adoration un rond de rave ou quelque grosse carotte rouge. A ce moment la ronde macabre reprenait de plus belle jusqu'au moment où, l'aube paraissant, le chant du coq se faisait entendre : alors tout s'évanouissait et les assistants s'enfuyaient comme une bande d'oiseaux nocturnes effrayés par le jour. Sur sa route, la sorcière répandait ses graisses et ses poisons sur les récoltes de ses ennemis.

Si, par hasard, la route était longue, le diable transformait la sorcière en quelque animal vulgaire et elle pouvait regagner ainsi sa maison sans être reconnue.

Ce que je viens de vous dire a pu vous paraître singulier, ridicule même : peut-être vous êtes-vous étonnés que l'esprit humain ait été amené à de pareilles aberrations, et que la folie épidémique, contagieuse, ait pu conduire de malheureuses hallucinées à s'avouer coupables des crimes bizarres dont je viens de vous entretenir. Mais ce qui va vous paraître plus extravagant encore, ce sont les procédés qu'employaient les tribunaux contre les sorcières. Je m'abstiendrais de vous détailler tous ces faits si, au point de vue médical, nous ne devions y trouver des enseignements précieux.

La sorcellerie était un crime d'exception et les règles ordinaires des instructions juridiques n'étaient pas observées contre elle. Une bulle du pape Innocent VIII défend même que l'accusée puisse avoir un avocat.

Quelquefois la cour appelée à juger le procès était composée uniquement de laïques, c'est ce qu'on voyait particulièrement à Valenciennes où beaucoup de sorciers furent exécutés.

D'autre fois, le tribunal était mi-parti laïque et mi-parti ecclésiastique. Le plus ordinairement, il était entièrement ecclésiastique.

La sorcière, ou la femme soupçonnée d'être telle, était généralement dénoncée par les siens : on l'avait vue rôdant la nuit, elle était entrée chez une voisine dont l'enfant était mort quelques jours après, ou dans une étable où le bétail était devenu malade : la grêle était tombée un jour qu'on l'avait vue près d'une mare. De plus, on l'entendait chez elle se débattre; ses enfants, son mari avaient raconté qu'elle avait des crises dans lesquelles elle écumait, se tordait et prenait des positions extraordinaires.

En face de la dénonciation, les juges examinaient les indices qui pouvaient les amener à croire à la culpabilité.

Le premier de ces indices était le nom même de la femme soupçonnée. C'est à n'y pas croire, le nom de l'accusé devient une preuve contre lui. J'ai peur que vous ne m'accordiez

aucune confiance quand je vous dirai que s'appeler Payen, Sarrazin, Bucher, Verdelet, Jolibois sont des preuves déjà convaincantes de culpabilité; or c'est Del Rio qui nous l'affirme. En second lieu, la pâleur, la malpropreté, qui devait provenir des fréquentes transformations en bêtes, le sexe (mille sorcières pour un sorcier), le costume un peu excentrique, devenaient des présomptions très sérieuses contre la malheureuse accusée.

Le tribunal ordonnait l'arrestation. Les sbires attendaient la sorcière au coin d'une rue et se jetaient sur elle par derrière, par crainte de ses crachats ou de la poudre qu'elle leur jetterait et qui les ferait immanquablement périr. On la traînait alors devant les juges et on l'interrogeait en secret.

J'emprunte à un homme qui se vante d'avoir fait brûler plus de mille sorcières, à Boguet, la procédure employée contre ces malheureuses; j'en extrais ces quelques articles : « On ne doit pas suivre les formes ordinaires contre les sorcières, la simple présomption suffit par excuser l'arrestation. Si la prévenue regarde à terre ou marmotte à part, c'est un indice grave. On ne doit pas faire prendre de bains aux prévenus, l'évêque de Trèves dit que c'est un péché. Si l'accusé n'avoue pas, il faut le mettre dans une dure prison. Il est permis de faire usage de la torture même un jour de fête. Si le bruit public accuse le prévenu de sorcellerie, il est sorcier. Le fils est admis à déposer contre son père. Le repris de justice peut être accepté comme témoin. On doit aussi entendre les enfants. Les variations dans les témoignages ne peuvent prouver l'innocence de l'accusé si tous les témoins le déclarent sorcier. La peine est le supplice du feu : on doit étrangler les sorciers et les brûler après. Les loups-garous doivent être brûlés vifs. La condamnation peut être juste même sans preuves pourvu qu'on ait des présomptions. » J'en passe et des meilleures.

En somme, au début, on interrogeait la sorcière et on tâchait de lui prouver sa culpabilité. Quelquefois elle l'avouait d'emblée, tant ses hallucinations étaient vives ou tant elle craignait la torture; d'ailleurs, à quoi bon nier en face de raisonnements juridiques comme celui que je vais vous soumettre. J'emprunte le fait à Axenfeld et je le cite textuellement. « Une sorcière avoue avoir déterré un enfant récemment mort et l'avoir mangé : on la condamne au feu. Le mari réclame, il demande qu'au moins le fait soit vérifié. La fosse est ouverte et le petit cadavre est trouvé parfaitement intact. Mais le juge n'a garde de se rendre à cette preuve, il s'en tient à l'aveu de l'accusée et déclare le corps de l'enfant une simple apparence produite par la ruse du démon. La femme fut brûlée vive. »

Une fois l'interrogatoire terminé, on passait aux épreuves. Dans certains pays et en Allemagne surtout, à ce que nous raconte Bayle, on faisait l'épreuve de l'eau : on jetait la femme soupçonnée à la rivière, si elle enfonçait et se noyait, c'est qu'elle était innocente; si elle surnageait, elle était sorcière et on la brûlait : l'alternative n'était pas rassurante.

En France, c'est surtout à l'épreuve du stylet qu'on avait recours. Le juge assisté d'un chirurgien faisait déshabiller l'accusée et lui bandait les yeux. Puis, au moyen d'un stylet aigu on lui perforait la peau en maints endroits : on cherchait le *stigma diaboli*, ce point insensible qu'on pouvait piquer sans provoquer l'issue du sang. Je vous montrerai tout à l'heure qu'on devait le rencontrer presque toujours.

Dès qu'on l'avait, la conviction était faite; mais on voulait l'aveu de l'accusée et la dénonciation de ses complices et l'on procédait à la torture. — Certes, messieurs, je ne voudrais pas noircir le tableau à l'excès, et si je vous parle de toutes ces hontes, c'est pour y prendre une série d'éléments dont j'aurai besoin pour faire plus tard votre conviction scientifique.

Je vais emprunter à Louise, qui en a fait une bonne étude, la nomenclature de ces procédés d'examen; je ferai en même temps passer sous vos yeux quelques gravures tirées des dialogues sur la sorcellerie, publiés en 1659 par Abraham Pallingh.

On variait naturellement les supplices, et je crois que la justice ecclésiastique partage sur ce point le monopole des inventions avec la justice chinoise.

La torture la plus ordinaire dans les procès de sorcellerie était la question du *brodequin*. La jambe de l'accusée était placée entre deux planches serrées avec des cordes, et, entre la jambe et les planches, on enfonçait des coins à coups de maillet. La jambe serrée finissait par éclater, au point, dit un vieil auteur, qu'on en voyait « yssir la mouelle ».

Puis venait l'*estrapade*. On suspendait la prévenue par les mains à une corde attachée au plafond et on lui attachait des poids aux pieds. On la laissait ainsi jusqu'à ce qu'elle poussât des hurlements de douleur. Alors le juge lui ordonnait d'avouer; si elle refusait, l'exécuteur la fustigeait violemment avec des verges et les soubresauts que la douleur imprimait à son corps doublaient encore ses tourments. Si l'aveu ne venait pas, l'exécuteur enlevait la sorcière avec une poulie jusqu'au plafond et la laissait retomber tout d'un coup sur le pavé de la salle. Et cela recommençait jusqu'aux aveux.

Si l'estrapade était impuissante, on avait le *chevalet*. C'était une poutre de bois triangulaire à angle supérieur aigu, sur lequel on mettait à cheval la prévenue. Puis on lui suspendait aux pieds une série de poids. L'arête de bois entrait lentement, mais sûrement dans les chairs et, à chaque refus d'avouer, l'exécuteur ajoutait un poids; Marie Carlier, âgée de treize ans, fut mise au chevalet en 1647. Elle y resta plusieurs heures, et il fallut ajouter trois fois des poids pour la faire avouer. Elle fut brûlée vive. A cause de son jeune âge et pour ne pas apitoyer la foule, on décida que l'exécution aurait lieu dès l'aube.

On avait encore la ressource du *collier*. On nommait ainsi un collier de fer garni de pointes à l'intérieur. Il était attaché à un poteau et on y mettait le cou de l'accusée. Les pointes étaient calculées pour entrer à peine dans les chairs. Mais on rôtissait avec des brasiers ardents les jambes de la prévenue et la douleur faisait qu'en remuant, elle s'enfonçait elle-même les pointes de fer dans la gorge.

On se demande comment dans de pareils tourments l'aveu

n'arrivait pas immédiatement. N'oubliez pas cependant que cet aveu entraînait d'emblée le bûcher sans grâce possible. Et puis beaucoup de ces malheureuses supportaient la torture précisément parce qu'elles ne sentaient rien; comme les sorcières d'aujourd'hui, dont je vais bientôt vous parler, elles étaient anesthésiques. Quelquefois l'immensité même de la douleur les faisait tomber en une sorte d'extase. Elles apercevaient tout à coup leur démon favori; elles se vantaient de le voir, et, disaient-elles, il leur conseillait de ne rien dire, d'avoir courage, car il leur supprimait toute douleur : cela s'appelait *le charme de taciturnité*.

Quelquefois, la sorcière n'hésitait pas : l'intensité des souffrances était telle qu'elle avouait d'emblée, puis elle nommait ses complices. Elle désignait n'importe qui comme ayant été au sabbat, et toutes les personnes nommées étaient aussitôt arrêtées et jugées.

Un jour une accusée, à la torture, désigna à un juge sa propre femme : elle fut immédiatement arrêtée.

Le juge Nicolas Remy a fait un long traité sur les tortures qu'il avait ordonnées, et, dans ses vieux jours, au milieu des douceurs de la retraite, il écrivit là-dessus un grand poème totalement absurde dont j'extrais ces quelques vers qui nous intéressent tout particulièrement :

Autant on s'édifie en face des sorcières,
Qui savent profiter de leurs heures dernières,
Autant chacun s'indigne à l'obstination
Qu'elles montrent souvent dans leur opinion.
Ces femmes, en effet, au milieu des tortures,
Vantent leur probité, leurs intentions pures,
Éludent du questeur les arguments pressants,
S'indignent de se voir en proie à ses tourments,
Et par aucun aveu n'indiquent leur défaite;
Mais d'où vient que leur bouche est ici si discrète?
On croirait le démon en leur gosier placé,
Tant il se gonfle et tant le silence est gardé.

Mais déjà si l'on sait les verser sur le dos,
Et dans leur bouche ouverte infuser un peu d'eau,
Surtout de l'eau sacrée empruntée à l'église,
Une confession aussitôt est émise.
Les Grecs, en leurs tourments si raffinés, si forts,
N'en obtiendraient jamais l'aveu des moindres torts;
Tous leurs poils tomberaient de leurs peaux ratissées
Qu'on les verrait dormir sans crainte, déhontées.
Pour le sûr, le démon, dans quelque coin caché,
Conduit toute la scène avec autorité.
C'est lui qui leur impose une mâle constance
Et contre la douleur leur ferme résistance.
On sait qu'il est instruit des tourments préparés,
Et les en avertit en termes mesurés,
Qu'il leur déclare aussi la peine rigoureuse
Qui suivrait de leur pacte une capture honteuse;
Qu'au moment que quelqu'une en danger de mourir,
Et sous d'affreux tourments sur le point de trahir,
Il se rend auprès d'elle et lui donne courage,
Lui promettant ses soins pour réparer l'outrage.

En ma présence, un jour, ce fait est arrivé :
Comme à mes questions d'un air embarrassé
La sorcière restait entièrement discrète,
Je soupçonnai près d'elle une cause secrète.
Elle baissait les yeux et puis les relevait,
Par ses gestes à soi du secours appelait.
J'exigeai la raison d'une si grande crainte;
La sorcière alors déposant la contrainte :
« Hélas, s'écria-t-elle dans sa vive douleur,
Voilà de tous mes maux l'abominable auteur.
Il se tient sur ce mur, placé dans cette fente;
Pour me couper la voix, il sème l'épouvante;
Des pattes d'un homard ses mains ont le contour;
Dans la fente il s'avance et rentre tour à tour,
Semblable au limaçon qui rencontre une borne.
Ah ! voici qu'il recule avec sa double corne! »

De la société, sages modérateurs,
De tous crimes commis, inflexibles vengeurs,
Juges, ne craignez point de vous montrer sévères
Dans vos arrêts portés pour punir les sorcières.
Traitez, si vous voulez, de récits fabuleux,
Leur pacte et leur pouvoir sur un ciel orageux;
Mais en tout lieu, bétail, arbres, vignes, moissons,
Hommes, femmes, enfants, tombent sous leurs poisons,
Sur ces faits, prononcez du bûcher le supplice,
Tous les siècles loueront ces actes de justice.

A la suite de la torture, la sorcière était condamnée. Les peines variaient : quelquefois on la bannissait du pays ; c'est quand les preuves avaient tout à fait manqué : on décapitait quelquefois, mais rarement. On trouve quelques exemples de sorcières jetées dans une marmite d'eau bouillante. Plus généralement, on brûlait soit après strangulation soit d'emblée. Dans quelques cas, la sorcière était rôtie à petit feu pour que la douleur fût plus longue et plus cruelle.

Quelques sorcières furent condamnées à l'enfouissement. A Valenciennes, une jeune fille de dix-huit ans fut enterrée vive pour sorcellerie; les cris de la malheureuse enfant étaient si horribles que le bourreau ému se trouva mal et refusa de continuer. Le juge, très tranquille, lui ordonna de finir.

Souvent la sorcière était menée au bûcher sur la claie, c'est-à-dire qu'on l'attachait au derrière d'une charrette et qu'on la traînait par les rues la face contre terre, dans la boue, sur les pierres et dans la poussière.

Louise a retrouvé une série de factures du bourreau, on y voit exprimée chaque phase de la torture pour laquelle il demande quelques deniers ; chaque note se termine par une réclamation de deux sous pour le blanchissage de ses gants blancs.

Voilà, messieurs, le tableau, non chargé, des horreurs de la sorcellerie. Pour que ma tâche soit complète, il faut maintenant que j'en examine avec vous les cas les plus célèbres et que je vous montre à quel degré cette plaie terrible s'était répandue sur la terre il y a deux cents ans.

L'histoire des sorcières célèbres commence par un nom qui va vous émouvoir, car il s'agit d'une des gloires les plus pures de la France. Jeanne d'Arc fut condamnée et brûlée par le tribunal ecclésiastique français pour avoir appelé Satan à son aide et exterminé l'armée anglaise.

Cinq ans après cette mort tragique, il se répandit bientôt le bruit qu'il existait dans le pays de Vaud une quantité considérable de sorciers. Ceux-là avaient la spécialité d'être anthropophages. Ils se saisissaient des enfants nouveau-nés et les mangeaient : ils commençaient par leurs propres en-

fants; le juge Bolingen et l'inquisiteur Eude firent périr un nombre immense de ces malheureux, plus de mille certainement. Ces pauvres fous étaient hallucinés à ce point qu'ils venaient s'accuser eux-mêmes d'avoir déterré des morts, de les avoir fait bouillir et de les avoir mangés. Un jeune villageois alla dénoncer sa femme qu'il avait épousée quelques jours avant et accepta avec joie l'idée qu'elle serait brûlée sur le même bucher que lui, jamais les juges ne cherchèrent une preuve : ils s'en tinrent aux aveux, ne s'apercevant même pas qu'ils avaient affaire à une série d'aliénés.

Moins de vingt ans après, une grande épidémie éclata dans la ville d'Arras. Une foule de femmes se figurèrent avoir assisté au sabbat, elles étaient prises le soir de crises convulsives, tombaient dans une sorte d'extase et en se réveillant racontaient les choses les plus étranges. Les chroniques de Monstrelet nous racontent qu'un nombre considérable furent brûlées vives, sauf celles qui donnèrent aux juges de l'argent pour n'être pas inquiétées. Vers 1500, ce fut en Allemagne que l'on vit tout à coup les sorciers paraître en quantité. En 1484, Innocent VIII avait fulminé la bulle où il ordonnait de procéder contre eux avec la dernière rigueur. Pour débuter, quarante et une femmes de Burbie furent brûlées vives pour avoir mangé des enfants après les avoir fait bouillir ; remarquez que jamais personne ne s'était plaint de disparition d'enfants ; les accusées déclaraient leur crime avec orgueil, cela suffisait aux tribunaux. Quarante-huit autres furent brûlées à Constance pour avoir assisté au sabbat. Une, entre autres, se vanta d'être capable de déchaîner un orage par une parole magique ; elle fut immédiatement mise à mort.

A la même époque le diable envahit un couvent de Cambrai et il entra dans le corps des religieuses. Aussitôt toutes ensemble elles se mirent à miauler, à aboyer, à courir, à grimper aux arbres et à se tordre par terre. Un exorcisme envoyé par le pape lui-même ne produisit aucun effet, on fut obligé de juger et de condamner les malheureuses.

En 1507, nouvelle épidémie, cette fois en Catalogne : trente femmes sont brûlées vives.

e 1504 à 1523, commence en Lombardie la grande épidémie de Côme dont la répression est confiée aux dominicains. Les symptômes de la maladie sont ceux que je vous ai fait connaître. Le traitement est violent, car les frères de saint Dominique font brûler plus de mille sorciers par an.

C'est à ce moment que la démonomanie règne avec fureur : cent cinquante femmes sont fouettées à Estella et une centaine brûlées à Saragosse.

Les nonnes d'Uvertet, de Brigitte, du mont de Hesse, de Kintorp, se mettent à pousser des hurlements, à gambader, à miauler. Les orphelines d'Amsterdam sont prises à la même époque ; un monomane de Dôle est brûlé pour avoir mangé des enfants vivants ; quatre-vingts sorcières sont brûlées en Savoie, quatre cents à Toulouse ; à peu près autant à Avignon.

En 1580, éclata la grande épidémie de Lorraine, où Nicolas Rémy fait brûler plus de neuf cents sorciers et sorcières ; au même moment, Boguet en brûle six cents à Saint-Claude, et de Lancre des milliers dans le pays basque. Ici on rencontre une grande quantité d'enfants, de ceux que Boguet disait ne pas devoir être brûlés à cause de leur jeune âge, mais étranglés après avoir véhémentement senti les flammes.

Les prêtres même n'échappent pas au supplice. Le malheureux curé Gaufridi, à force de s'occuper de sorcellerie, se met à déraisonner, et il est brûlé vif en même temps qu'une jeune fille aveugle.

Dans le Berry, on brûle jusqu'à vingt et un sorciers le même jour.

Je ne vous trompais donc pas quand je vous disais que la sorcellerie avait été plus funeste à l'humanité que de grandes guerres.

J'en ai fini, messieurs, avec la sorcellerie proprement dite, avec ce que plusieurs auteurs ont appelé la diablerie active, et j'arrive à une autre forme de démence, à la possession, à la diablerie passive.

Satan, vous ai-je dit, a deux manières de procéder : il séduit la sorcière et l'entraîne avec son consentement, ou bien il entre en elle sans lui en demander la permission ; il parle par sa bouche et se sert d'elle pour arriver au mal. Il peut même posséder ainsi des animaux. Il peut envahir des cadavres et en faire des revenants.

Il y a eu des possédés de tous temps. On en trouve à chaque instant la trace dans la Bible et dans les Évangiles. Mais c'est surtout au XVIIe siècle que la possession a remué les esprits. Ç'a été la maladie de l'époque, comme la sorcellerie avait été la maladie du XVIe siècle, comme la *monomanie des grandeurs* est le mal de notre siècle.

La première grande épidémie que nous rencontrons eut lieu dans un couvent de Madrid. C'est, en effet, presque toujours dans les couvents, et surtout dans les couvents de femmes, que les pratiques religieuses et la préoccupation perpétuelle du merveilleux a entraîné les désordres nerveux constituant la possession.

Celle de Madrid débuta dans un couvent de bénédictines, dont l'abbesse, dona Theresa, avait à peine vingt-six ans. Une religieuse fut tout d'un coup atteinte de convulsions étranges ; elle était prise de secousses subites, ses mains se raidissaient et se tordaient, l'écume lui venait à la bouche, elle exécutait des mouvements, dans lesquels son corps était projeté en l'air et ne reposait plus que par la nuque et les talons, elle poussait des hurlements la nuit et finissait par avoir un véritable délire incohérent. Elle déclara qu'un démon nommé Peregrino (vous remarquerez qu'en Espagne le diable a un nom espagnol) avait pénétré en elle et ne cessait de l'obséder. Bientôt toutes les sœurs, sauf cinq, et dona Theresa elle-même furent atteintes, et alors ce fut une suite de scènes indescriptibles ; les religieuses passaient leurs nuits à hurler, à miauler, à aboyer, se déclarant chacune possédée par un ami de Peregrino. Le confesseur du couvent, François Garcia, se mit à exorciser chacune des démoniaques, mais sans succès, et il fallut que le Saint-Office prît la chose en main et isolât chaque religieuse dans les cachots des différents couvents. Garcia, qui, dans toute l'affaire, avait montré un certain bon sens qu'on n'a guère coutume de rencon-

trer dans l'espèce, fut condamné pour s'être mis en relations avec les démons avant de les avoir attaqués.

La possession des bénédictines eut certes un grand retentissement ; mais leur célébrité n'est rien à côté de celle des ursulines de Loudun, qui furent possédées l'année suivante, c'est-à-dire en 1631.

L'histoire de cette possession fameuse va être pour moi une occasion de vous faire connaître la maladie dans tous ses détails. Il faut que vous sachiez qu'il y avait alors à Loudun un prêtre nommé Urbain Grandier, âgé d'environ quarante ans, très intelligent, d'extérieur et de manières agréables, et dont on parlait beaucoup, un peu trop peut-être. Il avait eu de grands succès comme homme du monde et comme prédicateur, et cela lui avait attiré la haine féroce de tous ses confrères.

Il fut, sur des dénonciations anonymes et pour manque à la discipline ecclésiastique, condamné par son évêque à jeûner au pain et à l'eau tous les vendredis ; mais cet arrêté fut annulé par l'archevêque de Bordeaux. Urbain Grandier en conçut un orgueil facile à comprendre et revint à Loudun avec la palme du martyre. Sur ces entrefaites, le cardinal de Richelieu envoya dans cette ville le conseiller Laubardemont chargé d'en raser les fortifications. Cette mesure n'était pas populaire. Grandier s'associa aux opposants, et peut-être même alla-t-il jusqu'à publier contre le grand cardinal un pamphlet resté célèbre. Toujours est-il qu'il eut dès lors contre lui ses rivaux et le gouvernement. Sa perte était décidée, et l'occasion de la réaliser se présenta d'une manière que personne, sans doute, n'attendait.

Il y avait à Loudun une communauté d'ursulines qui se vouaient à l'enseignement. Elle était composée de filles de grande maison, car on y voyait Mme de Belciel, Mme de Sazilly, parente du cardinal, Mmes de Barbezieux, Mme de Sourdis, etc. Il n'y avait même qu'une seule roturière, sœur Séraphique Archer. Le prieur était un certain abbé Moussaut, qui ne tarda pas à mourir. Peu de temps après, Mme de Belciel vit son cadavre lui apparaître une nuit et s'approcher de son lit. Elle poussa des cris qui réveillèrent tout le couvent. Ce spectre revint toutes les nuits. La religieuse raconta ses terreurs à ses compagnes, et toutes ensemble elles se mirent à trembler de peur. Il en résulta que bientôt le spectre apparut à chacune d'elles; ce ne fut plus dans le dortoir que cris de terreur et courses folles. Le mot de possession fut lancé et accueilli par tout le monde : le chanoine Mignon, aidé de deux collègues, vint au couvent pour chasser les diables. La supérieure, Mme de Belciel, déclara qu'elle était possédée par Astaroth, et dès que l'exorcisme commença, elle se mit à pousser des hurlements et entra en des convulsions horribles ; elle prétendit, dans son délire, que c'était le curé Grandier qui l'avait enchantée en lui offrant des roses.

Grandier n'était pas le confesseur du couvent, mais là, comme partout, on parlait beaucoup de lui et on l'admirait, malgré sa réputation d'homme léger.

La supérieure dit en outre que Grandier venait chaque nuit dans le couvent depuis quatre mois et qu'il y entrait et en sortait en passant à travers les murs.

Les autres possédées, Mme de Sazilly, entre autres, entrèrent dans des convulsions qui se reproduisirent tous les jours surtout au moment des exorcismes.

Les unes, se mettant sur le ventre, rejoignaient leur tête à leurs talons. D'autres arrivaient à poser leur nuque sur la pointe de leur pied, d'autres encore fuyaient en roulant, poursuivies par des prêtres qui les pourchassaient, tenant en main le saint-sacrement : leur langue sortait de leur bouche et devenait noire et toute tuméfiée.

Les hallucinations se joignaient aux convulsions, les possédées voyaient leur diable : Mme de Belciel s'en connaissait sept ; Mme de Sazilly, huit, Mme de la Mothe, quatre ; c'étaient surtout Asmodée, Astaroth, Leviathan, Isaacharum, Uriel, Béhémoth, Dagon, Magon, etc. Dans les couvents, le diable reprend les noms qu'il porte en théologie.

Dans quelques cas les religieuses tombaient en catalepsie ; dans d'autres, elles devenaient somnambules et erraient dans un état d'automatisme complet. Elles sentaient toujours le diable en elles, et c'était pour lui obéir qu'elles se roulaient ou prononçaient des discours incohérents, injuriaient Dieu, blasphémaient et commettaient des actes abominables.

Laissez-moi vous lire dans le père Joseph le récit d'un de ces exorcismes qui réussissaient surtout à développer la fureur hystérique des malheureuses.

Un jour la supérieure pria le père de faire une neuvaine en l'honneur de saint Joseph, pour obtenir que ses dévotions ne fussent pas si souvent troublées et interrompues ; ce qui fut aussitôt accordé par l'exorciste, lequel ne douta pas du bon succès de cette dévotion extraordinaire, et qui promit de son côté de dire des messes à la même intention, dont les démons furent enragés, et, pour s'en venger, le jour des Rois, qui était le troisième de cette neuvaine, ils la troublèrent. Ils rendirent son visage bleuâtre et firent arrêter fixement ses yeux sur une image de la Vierge... Il était déjà tard ; mais le père Surin prit la résolution d'exorciser puissamment, et de faire adorer avec effroi au démon celui devant lequel les mages s'étaient prosternés... Pour cet effet, il fit passer l'énergumène dans la chapelle, où elle prononça quantité de blasphèmes, voulant frapper les assistants et faisant de grands efforts pour outrager le père même, lequel la conduisit pourtant enfin doucement à l'autel où il la fit lier sur un banc, et, après quelques oraisons, il ordonna au diable Isaacharum de se prosterner en terre avec signes de révérence et de sujétion, pour honorer l'enfant Jésus ; ce que le démon refusa de faire en blasphémant horriblement. Alors l'exorciste chanta le *magnificat*, et lorsqu'il vint à ces paroles : *gloria patri*, etc., cette impie religieuse, dont le cœur était véritablement rempli du demon, s'écria : « Maudit soit le père, maudit soit le fils, maudit soit le Saint Esprit, maudite soit Marie et toute la cour céleste !... »

Le diable redoubla encore ses malédictions contre Marie, à l'occasion de l'*Ave maris stella*, et dit qu'il ne craignait ni Dieu ni Marie et qu'il les défiait de l'ôter du corps qu'il occupait... On lui demanda pourquoi il défiait un Dieu qui est tout-puissant ? « Je le fais par rage, répliqua-t-il, et désormais ni moi ni mes compagnons ne feront plus autre chose. » Alors il recommença ses malédictions et il maudit en même temps la neuvaine. Le père Surin commanda de nouveau à Isaacharum d'adorer Jésus et de faire satisfaction tant à ce divin enfant qu'à la sainte Vierge, de tant de blasphèmes qu'il avait vomis contre eux... Isaacharum n'étant pas traitable, il refusa d'obéir... Le *gloria* qui fut chanté sur-

le-champ ne servit qu'à lui faire proférer de nouveaux blasphèmes contre la Vierge. Il fut fait encore de nouvelles insistances pour obliger le diable *Béhémot* à faire amende honorable à Jésus, et *Isaacharum* à sa sainte mère, pendant lesquelles la supérieure ayant eu de grandes convulsions, elle fut déliée, parce que l'on s'imagina que le démon voulait obéir; mais *Isaacharum*, la laissant tomber par terre, s'écria : « Maudite soit Marie, et maudit soit le fruit qu'elle a porté. » L'exorciste lui recommanda à l'instant de faire satisfaction à la Vierge de ces horribles paroles en se vautrant sur la terre comme un serpent... et en léchant le pavé de la chapelle, en trois endroits, de demander pardon en termes exprès... Mais il eut encore refus d'obéir, pour le coup, jusqu'à ce que l'on vînt à continuer le chant des hymnes. Alors le diable commença à se tordre, et en se vautrant et se roulant, il conduisit son corps jusqu'au bout de la chapelle où il tira une grosse langue bien noire, et lécha le pavé avec des trémoussements, des hurlements et des contorsions à faire horreur. Il fit encore la même chose auprès de l'autel, après quoi il se leva de terre et demeura à genoux, avec un visage plein de fierté, faisant mine de ne vouloir pas passer outre; mais l'exorciste, avec le saint-sacrement en main, lui ayant commandé de le satisfaire de paroles, le visage changea et devint hideux, et, la tête se pliant en arrière, on entendit prononcer d'une voix forte et précipitée, qui était tirée du fond de la poitrine: « Reine du ciel et de la terre, je demande pardon à Votre Majesté des blasphèmes que j'ai dits contre votre nom. »

Et maintenant, ces quelques figures, copiées des tableaux de nos plus grands maîtres, vous donneront bien une idée des attaques de possession et des exorcismes, puisqu'elles ont été prises par des témoins oculaires et rendues par des hommes de génie.

En 1635, on ne parlait en France que des possédées de Loudun; le frère du roi, Gaston d'Orléans, fit le voyage pour les voir. Les exorcistes, les pères Surin, Tranquille et Lactance, lui donnèrent le spectacle des convulsions, et c'est ce jour-là que survint un phénomène curieux; le père Surin, en train d'exorciser, fut pris lui-même d'une attaque de possession; il perdit connaissance et se roula par terre : il déclara ensuite que Isaacharum avait pénétré dans son corps. — Devant le prince, Mme de Belciel prit les postures les plus inouïes. — Sœur Agnès était possédée par Asmodée et Behérit; devant le duc d'Orléans, elle fut prise de convulsions pendant l'exorcisme. Elle refusa d'embrasser le ciboire et se tordit sur elle-même au point qu'elle formait un vrai cercle et que ses pieds touchaient son front : elle proféra d'horribles blasphèmes. Mme de Sazilly était possédée par le diable Sabulon : il la fit courir autour de l'église, tirant une grande langue noire et toute parcheminée.

Au milieu de ces folies, les ursulines de Loudun n'oubliaient pas d'accuser Grandier et de se dire ensorcelées par lui. Il avait fait avec le diable des pactes dont l'un venait du sabbat d'Orléans et était composé de chair d'enfants morts sans baptême. L'archevêque de Bordeaux ordonna de laisser Grandier en paix et de soigner les nonnes. Mais cela ne faisait pas l'affaire de Laubardemont qui partit pour Paris et en revint avec un ordre qui lui donnait plein pouvoir pour instruire contre le magicien Grandier et le condamner sans appel au parlement et sans recours au roi. Il avait sa vengeance, et Grandier allait payer cher son pamphlet.

Il fut immédiatement jeté en prison malgré ses protestations et les supplications de sa vieille mère, et on procéda aux constatations. Une série d'exorcismes furent tentés contre les énergumènes et contre lui, et c'est dans une de ces séances mémorables que l'on reçut une lettre du diable, encore aujourd'hui à la Bibliothèque nationale et dont je fais projeter la photographie. Vous voyez qu'Asmodée y promet en son nom et au nom de ses camarades Grésil et Amand de tourmenter particulièrement Mme de Belciel.

Un jour enfin, après des mois entiers, où les exorcismes avaient été infructueux, Grandier demanda à chasser lui-même les démons. On le lui accorda. Une grande assemblée fut convoquée en l'église Sainte-Croix, et, après les prières, on amena les possédées. A la vue de Grandier qui prononçait les paroles sacramentelles, elles entrent en fureur, poussent des cris de rage, gambadent, se roulent sur le sol. Jamais on n'avait vu pareil scandale.

On apporte les pactes de Grandier et on les brûle dans un brasier. Les possédées s'échappent de nouveau, entourent le pauvre prêtre, le griffent, le frappent, au point qu'on est obligé de le ramener en hâte à sa prison.

Peu de jours après, le tribunal s'assembla et déclara Grandier magicien. Il fut condamné à faire amende honorable en chemise, tête nue, la corde au cou, et à être ensuite brûlé vif. L'arrêt ajoutait qu'il subirait en outre la question.

Mais auparavant, il fallait chercher sur Grandier *le sigillum diaboli*, le point insensible que vous connaissez. Laubardemont ne put trouver pour cela de chirurgien, il fut obligé d'en faire arrêter un par les archers. On ne rencontrait nulle part le sceau du diable. Laubardemont ordonna alors au chirurgien d'arracher à Grandier les ongles des mains et des pieds pour voir si le fameux sceau ne serait pas au-dessous. Le chirurgien refusa d'obéir, il fondit en larmes et demanda pardon à Grandier de ce qu'il avait déjà été obligé de faire.

On conduisit alors le malheureux condamné à la chambre de la torture où le tribunal était assemblé.

Les moines exorcisèrent les instruments de supplice, et on commença la question du brodequin : dès le premier coup de maillet, on entendit un horrible craquement; c'étaient les jambes du pauvre prêtre qui venaient de se briser. Le malheureux poussa un tel cri que le bourreau recula. Le moine Lactance se jeta sur le tortionnaire en lui criant : « Cogne! mais cogne donc! » Grandier, revenu à lui, déclara qu'il n'était pas coupable de magie. Le bourreau, les larmes aux yeux, lui montra alors quatre coins qu'il allait être obligé d'enfoncer. « Mon ami, lui dit Grandier, vous pouvez en mettre un fagot. » Le père Tranquille fit alors remarquer au bourreau qu'il s'y prenait mal et lui montra comment il fallait faire pour que la douleur fût plus grande. Les huit coins furent placés.

Le bourreau n'en avait plus.

Laubardemont lui ordonna d'en mettre deux autres; ému comme il était, cet homme ne put y parvenir. On vit alors

un horrible spectacle : les capucins Lactance et Tranquille, relevant leur froc, s'emparèrent des maillets et enfoncèrent eux-mêmes les coins avec rage.

Laubardemont, pris de pudeur, ordonna d'arrêter : les jambes du malheureux prêtre étaient crevées, réduites en bouillie et les esquilles d'os sortaient de toutes parts.

La torture avait duré trois quarts d'heure. On coucha Grandier sur de la paille en attendant l'heure du supplice. A quatre heures, on le porta sur une charrette et, au milieu d'une foule immense, on le conduisit devant l'église Saint-Pierre où il fit amende honorable, et finalement au bûcher, autour duquel se trouvaient des estrades chargées des plus belles dames de la ville. Le bourreau le prit à brassée sur la charrette et l'assit sur le bûcher. Là, on lui lut pour la cinquième fois son arrêt.

Dans un moment de douceur, Laubardemont lui avait promis qu'on l'étranglerait avant d'allumer le feu ; mais les moines avaient pendant le trajet fait des nœuds à la corde. Ils repoussèrent le bourreau, se jetèrent sur Grandier et le frappèrent à grands coups de crucifix. Comme la foule commençait à se soulever et que le condamné refusait toujours d'avouer son prétendu crime, le moine Lactance prit une torche et enflamma lui-même la paille du bûcher. Le bourreau se précipita pour étrangler ; mais, je vous l'ai dit, la corde était nouée, et il ne put y parvenir.

C'est un prêtre catholique, Ismaël Bouilliau, qui nous rapporte la chose lui-même avec indignation.

En quelques minutes les flammes gagnèrent la chemise de Grandier et on put le voir se tordant au milieu du brasier. A ce moment une nuée de pigeons vint tourbillonner autour du martyr et s'envola ensuite vers le ciel.

La mort du malheureux curé fut loin d'apaiser la possession, les ursulines continuèrent leur existence d'énergumènes jusqu'à ce qu'on eut pris la résolution de les isoler les unes des autres. Puis les jeunes filles de la ville furent atteintes à leur tour par des démons qui s'appelaient Charbon d'impureté, Lion d'enfer, Féron et Malon. L'épidémie gagna même les environs. Les filles de Chinon furent presque toutes frappées et deux prêtres accusés de magie ; fort heureusement, le coadjuteur de l'évêque de Poitiers procéda avec bon sens et dispersa les énergumènes. Bien mieux, la ville d'Avignon, la terre du pape, se remplit à la même époque de possédées. Vous le voyez, l'épidémie de Loudun avait atteint les esprits même au loin : à plus forte raison les acteurs de ce drame furent-ils vivement impressionnés. Grandier n'était pas mort depuis un an que les pères Lactance, Tranquille et Surin devenaient complètement fous et se croyaient possédés par les démons. Il en était de même du chirurgien qui avait assisté à la torture et du lieutenant qui avait présidé à l'exécution. Ils moururent misérablement, méprisés de tous, se roulant dans d'horribles contorsions et réduits à l'état de la brute.

Peu d'années après la possession de Loudun, en 1642, une épidémie nouvelle éclatait à Louviers : tout s'y passa à peu près comme à Loudun ; aussi ne vous ferai-je pas l'historique de cette possession. Qu'il me suffise de vous dire qu'à Louviers les prêtres accusés de magie furent au nombre de deux, le curé Picard et Thomas Boullé, vicaire. Le curé Picard était mort depuis cinq ans, son corps fut déterré et jugé. Les deux prêtres furent condamnés au feu. Thomas Boullé fut attaché au cadavre putréfié de son complice, traîné sur la claie la face contre terre et brûlé vif à l'endroit même où Jeanne d'Arc avait succombé.

C'est à Louis XIV, messieurs, que nous devons la fin des procès de sorcellerie. Par un édit célèbre daté de 1682 et rédigé par Colbert, il affirme à peu près la non-existence des sorciers et les rend aux tribunaux ordinaires.

Aussi au XVIIIe siècle voyons-nous les affaires de sorcellerie ou de thaumaturgie relever de la simple police et les arrêtés royaux fermer le cimetière de Saint-Médard en interdisant les miracles.

Plus tard, notre grande révolution (loi du 22 juillet 1791) met les sorciers dans la classe des escrocs ou des malades et les dirige, suivant les cas, sur les maisons de fous ou sur la police correctionnelle.

Ainsi les sorciers n'étaient que des fous, des hallucinés, des monomanes semblables à ceux que nous avons encore aujourd'hui dans nos asiles.

Mais les possédées, que sont-elles donc aujourd'hui ? La possession a-t-elle disparu, et, depuis qu'on ne parle plus du diable parmi les gens raisonnables, cette singulière affection a-t-elle été supprimée ?

Vous savez que non, messieurs ; la possession est encore aujourd'hui dans toute sa force, seulement nous lui donnons un autre nom : c'est l'*hystéro-épilepsie*.

Laissez-moi en quelques mots vous montrer la possédée d'aujourd'hui, vous décrire l'hystérique.

Rien extérieurement ne permet de reconnaître la malheureuse atteinte de ce mal si ce n'est une sorte de bizarrerie d'accoutrement : je vous le disais l'année dernière, les hystériques perçoivent mal les couleurs, aussi les exagèrent-elles et aiment-elles à se couvrir d'oripeaux très voyants.

Une chose qui frappe immédiatement, c'est que les hystériques ont tout un côté du corps insensible. On peut les piquer, les brûler, les couper : elles ne sentent rien. Bien mieux, ces points insensibles sont si mal irrigués que quand on les perfore, il ne coule pas une goutte de sang. Ceci a bien quelque importance pour nous, car voilà que nous retrouvons le *sigillum diaboli* des sorciers.

Certaines hystériques ont même le corps totalement insensible au point qu'il serait possible de les torturer sans qu'elles sentissent rien. J'ai vu de ces malades atteintes de brûlures énormes qu'elles avaient laissé s'étendre sur elles parce qu'elles ne s'en apercevaient pas. Ici encore, nous retrouvons la sorcière : souvenez-vous que, pendant la question, il lui arrivait de ne pas pousser un cri ; c'était, disent les démonologues, le *charme de taciturnité ;* le démon lui supprimait toute douleur. Nous disons aujourd'hui : c'était un cas d'anesthésie hystérique totale.

Les hystériques enfin sont prises certains jours d'attaques qui, vous allez le voir, sont absolument identiques avec la crise de possession.

Ces attaques sont annoncées par quelques prodromes. La

malade entend tout d'un coup le son des cloches, il se passe comme des roulements dans sa tête, elle voit tout tourner autour d'elle. Cet état vertigineux peut durer plusieurs heures, quelquefois plusieurs jours. Puis arrivent des gonflements de la gorge, des sensations d'étouffement qui ne sont que des contractions spasmodiques de l'œsophage. Les anciennes possédées présentaient aussi ce symptôme. Les exorcistes prétendaient alors que le sort leur remontait à la gorge. Nous appelons cela aujourd'hui la *boule hystérique*.

Quand les hystériques ressentent ces effets qu'elles connaissent bien, elles savent que leur crise va les prendre et on les voit faire des préparatifs dans ce but. Elles arrangent leur lit, leurs vêtements et réclament même aux surveillantes les appareils de contention qui les empêcheront de se briser contre les murs quand commenceront les grandes convulsions.

Les possédées avaient certainement ces sensations prémonitoires, car elles annonçaient l'arrivée de leur démon et prédisaient exactement le début de leur mal.

L'attaque présente un certain nombre de phases : nous en devons la description méthodique à M. le professeur Charcot et c'est le résumé de ses travaux que je vais vous exposer.

La première phase est la période tétanique : l'hystérique, si elle est debout, tournoie sur elle-même et tombe lourdement par terre en poussant un grand cri. Tous ses membres se raidissent, ses yeux se convulsent, elle est agitée de petites secousses des pieds à la tête et l'écume vient à ses lèvres. On projette sur le tableau des photographies prises pendant cette période : remarquez comme les mains sont convulsées en arrière et souvenez-vous de cette image du XVIe siècle que je vous montrais tout à l'heure. Vous voyez qu'il y a identité entre la sorcière d'autrefois et celle d'aujourd'hui.

Cette période tétanique se divise elle-même en deux phases; dans la première, période tonique, l'hystérique demeure absolument rigide, la bouche ouverte, les doigts crispés. La connaissance, comme dans le reste de l'attaque, est totalement perdue. La contracture peut atteindre surtout les muscles postérieurs du tronc, de telle sorte que le corps de la malheureuse femme se courbe en arche de pont et ne repose plus que sur les talons et sur l'occiput. Souvenez-vous des possédées de Loudun.

Dans la seconde phase, ou phase clonique, les membres sont pris de secousses violentes, toujours dans le même sens : la face présente des expressions horribles, des contorsions sans cesse changeantes, que les anciens exorcistes déclaraient être la figure de chaque diable particulier venant à son tour se mirer sur les traits de la possédée.

La période tétanique, avec ses deux phases, tonique et clonique, ne dure pas longtemps. La respiration est arrêtée et l'asphyxie menaçante : il résulte de là une sorte de sédation. La malade retombe inerte et respire bruyamment. Après ce repos de quelques minutes, elle se met à pousser quelques cris stridents et commence le deuxième acte ou période des grands mouvements.

Pour soupçonner ce que peut être ce spectacle effrayant, il faut en avoir été témoin, et rien, dans ce que je vais vous dire ou vous montrer, ne pourra vous donner une idée de l'étonnante réalité. L'hystérique se soulève brusquement, comme si un ressort la poussait, son corps entier quitte terre ; elle est projetée en l'air, elle retombe, rebondit, et ainsi de suite plus de vingt fois sans s'arrêter.

Je ne puis vous rendre témoins de cette horrible chose, mais je puis vous en donner une représentation. J'ai, au moyen d'un appareil très rapide, photographié successivement toutes les situations que prend l'hystérique dans ces sauts extraordinaires : on a mis ces photographies dans un phénakisticope de projection auquel on imprime un rapide mouvement de rotation. Vous voyez alors les images se superposer successivement et vous assistez à une reproduction de l'attaque.

Cette période de grands mouvements se rencontrait chez les possédées. Les exorcistes ne manquent pas de faire remarquer que les diables les soulevaient de terre plusieurs fois de suite et les y rejetaient rapidement.

Vous concevez bien qu'avec une pareille dépense de forces, la période des grands mouvements ne saurait durer longtemps; après une minute au plus, l'hystérique retombe épuisée et meurtrie. Elle demeure en cet état, calme, sans mouvements et sans connaissance pendant quelques minutes.

Puis survient, mais non toujours, une sorte d'entr'acte pendant lequel se passent des faits du plus haut intérêt pour nous, je veux parler des contractures.

Elles sont très variables, examinons-en quelques-unes. On voit tout à coup le milieu du corps de la malade se soulever du lit : les pieds se rapprochent de la tête, de sorte que la malade reste comme l'arche d'un pont et cela pendant des heures entières. Vous savez qu'à Loudun c'était une contracture que l'on voyait souvent chez Mme de Belciel. Dans d'autres cas, l'hystérique reste étendue sur le ventre et son corps se courbe au point que ses talons viennent frapper sa nuque : c'était la position favorite des possédées quand elles rampaient devant l'exorciste.

La contracture peut être plus localisée : elle atteint quelquefois un seul côté du corps qui se trouve alors incurvé latéralement. Les membres supérieurs, les membres inférieurs peuvent être seuls pris. En lisant bien les livres des démonologues, nous retrouvons toutes ces variétés. Enfin, quelquefois, souvent même, on observe une contracture localisée à la langue et à la face. La figure de l'hystérique est alors quelque chose de repoussant, d'horrible : les traits sont convulsés et la langue, noire, desséchée, sort de la bouche. Les exorcistes ne manquent pas de nous signaler la chose dans leurs narrations.

Une sorte de contracture bien curieuse est celle qui atteint les membres supérieurs et leur donne l'attitude du crucifiement. On la voyait quelquefois chez les possédées, mais plus souvent chez les théomanes, les extatiques et les convulsionnaires.

Je fais passer sous vos yeux trois de ces crucifiements observés et photographiés à la Salpêtrière.

Après les contractures, ou immédiatement après les grands mouvements si les contractures ont manqué, survient la période des *hallucinations* et des *poses plastiques*. C'est le point de beaucoup le plus intéressant de l'attaque. Après quelques minutes de repos, on voit la malade se lever; elle est sans connaissance, ne voit rien, n'entend rien et alors commence un délire entrecoupé d'hallucinations, toujours les mêmes pour la même malade, hallucinations qui dérivent de ses occupations habituelles ou de ses souvenirs.

C'est à cette période que l'ancienne possédée voyait son diable. Nos hystériques voient aussi leur diable, seulement il change de nom : les malades de la Salpêtrière ne sont pas des religieuses, ce sont des faubouriennes, leur démon ne s'appelle pas Béhémot ou Asmodée, il va avec l'époque, et deux fois, à ma connaissance, il s'appelait Alphonse.

Suivons un de ces délires si singuliers : voici la nommée Louise G.... Immédiatement après la période des contractures, vous la voyez se précipiter sur son lit, elle se cache la tête sous son oreiller en poussant des cris; un homme noir la poursuit; elle le dit, elle appelle au secours. Voyez quelle angoisse exprime son visage, elle repousse son agresseur avec rage.... puis tout à coup la scène change, c'est le démon familier qui arrive, il est mieux accueilli; en même temps une douce musique retentit aux oreilles de la possédée qui nargue son précédent ennemi, et la période des hallucinations finit au milieu d'une sorte d'extase délicieuse qui se prolonge pendant plusieurs minutes.

Chez Céline M... nous commençons encore par une hallucination triste : elle voit une négresse que des bandits sont en train d'égorger et de scalper. Vous voyez par la photographie quelle épouvantable expression prend sa figure, elle appelle au secours, mais personne ne vient...., la physionomie change avec l'hallucination; voici le bonheur qui se peint sur ses traits et l'extase qui survient comme précédemment.

Quand l'attaque est terminée, elle peut, chez les hystériques comme chez les possédées, reprendre immédiatement et se reproduire avec ou sans variantes un grand nombre de fois.

Souvent, à la suite, on voit survenir un délire qui ressemble beaucoup à celui dont les sorcières et les possédées finissaient par être atteintes, même en dehors des crises.

L'hystérique va alors se réfugier dans quelque coin obscur et demeure à pleurer des jours entiers, ou bien, échevelée et moitié nue, elle parcourt les salles et les promenoirs, hurlant et prophétisant.

C'est, vous le voyez, le tableau complet de la sorcellerie et de la possession.

Ces crises d'hystérie peuvent survenir par épidémies : quand plusieurs hystériques sont dans une salle et que l'une est prise de son attaque, c'est comme une traînée de poudre et toutes sont atteintes à la fois, comme cela se voyait dans les couvents d'autrefois.

Le magicien ne manque même pas aujourd'hui. On pouvait voir il n'y a pas longtemps, à la Salpêtrière, une hystérique qui soutenait que, chaque nuit, l'un des chefs de la maison et moi-même, nous passions à travers les murs et pénétrions dans les salles. C'était complet et il est bien probable qu'il y a deux cents ans, mon maître et moi, nous eussions fait connaissance avec le bûcher.

Heureusement, messieurs, tout est bien changé; on ne croit plus aujourd'hui aux sorciers et aux magiciens, et même les personnes, qui parmi leurs titres officiels portent celui d'exorciste, gardent sur tout cela un silence qui est bien près d'un acquiescement.

Arrivé au terme de ma tâche, permettez-moi de vous répéter ce que je vous disais en commençant.

C'est avec un effroi véritable, avec un dégoût profond, qu'on parcourt et qu'on développe cette histoire de la sorcellerie dont je viens de vous entretenir. Mais n'est-ce pas une consolation pour notre esprit que de voir la science d'aujourd'hui nous apporter à chaque instant une explication ou un bienfait? Hier, l'exposition d'électricité vous montrait la foudre des dieux tombée entre les mains des hommes, domptée, fabriquant par ordre de la lumière et de la chaleur, portant des lettres à domicile et faisant de la musique.

Aujourd'hui la médecine et la physiologie vous montrent les vieilles démoniaques dépouillées de leur attirail infernal, le bûcher transformé en douche hydrothérapique et le tortionnaire en un placide interne.

Puisse cette pensée consolante hanter votre esprit quand tout à l'heure vous vous endormirez, puisse-t-elle alors vous préserver des mauvais rêves et des cauchemars (que vous ne manqueriez pas de m'attribuer) et me gagner ainsi un peu de votre indulgence !

P. Regnard.

HYGIÈNE

La fièvre typhoïde dans l'armée. Période triennale 1877-1878-1879 (1).

Évolution générale.

Morbidité. — Mortalité. — Nous sommes heureux de constater un mouvement de déclin progressif du nombre des atteintes et des décès par fièvre typhoïde pendant les trois années 1877, 1878 et 1879. On sait à quel niveau exceptionnel il s'était élevé durant la période triennale précédente, particulièrement en 1875 et 1876, années en chacune des-

(1) Ce travail, publié *in extenso* dans le *Recueil des mémoires de médecine militaire*, est la suite naturelle du mémoire publié, il y a trois ans, sur les épidémies observées dans notre armée pendant la période triennale précédente (1874-1876), mémoire auquel la Faculté de médecine de Paris a décerné le prix Lacaze.

Cette nouvelle étude nous paraît intéresser, au même titre que la première, tous ceux que préoccupe le rôle si redoutable de cette affection dans notre mortalité militaire; il substitue des faits précis et des conclusions autorisées à tant d'arguments optimistes ou pessimistes soulevés par cette grave question.

quelles, et pour la première fois depuis 1862, la mortalité de notre armée par fièvre typhoïde avait dépassé la proportion de 3 pour 1000 hommes d'effectif.

Le tableau suivant indique les chiffres des atteintes et des décès pendant ces deux dernières années 1875-1876 d'une part, et, d'autre part, durant les trois années suivantes que nous pourrons ainsi plus facilement leur comparer.

MORBIDITÉ ET MORTALITÉ DE L'ARMÉE FRANÇAISE PAR FIÈVRE TYPHOÏDE.

Années.	Entrées à l'hôpital.	Décès.	Proportion des décès pour 1000 présents.
1875	4637	1619	3,74
1876	4130	1673	3,72
1877	3978	1521	3,24
1878	3780	1422	3,20
1879	3543	1273	2,9

En somme, la morbidité tend à descendre au-dessous du chiffre de 1 sur 100 soldats présents, chiffre qui était normal pour ainsi dire depuis cinq ans; et la mortalité, pour la première fois depuis 1875, s'abaisse en 1879 à une proportion inférieure à 3 sur 1000. En cette dernière année, il y a 400 décès de moins, par fièvre typhoïde, qu'en 1876.

Ce double mouvement d'amélioration prend une importance spéciale par son caractère très régulièrement progressif. On peut le rapporter, pour une large part, à la généralisation de certaines mesures prophylactiques, notamment l'évacuation des casernes contaminées; mais encore est-il sage, avant de conclure pour l'avenir, de se rappeler les oscillations périodiques des épidémies (1).

Rapports avec l'âge. — Nous pourrions, cette fois encore, témoigner, par des chiffres importants, de l'affinité spéciale de l'affection pour la catégorie des hommes âgés de vingt-deux à vingt-trois ans; cette affinité est démontrée par l'ensemble des tableaux joints à un grand nombre de rapports; elle reçoit une confirmation même de la remarque, faite par plusieurs de nos collègues, de la fréquence singulière, en ces trois années, de la maladie chez les sous-officiers, ce qui au premier abord ferait croire à son attraction vers des catégories plus âgées; tandis que la principale raison de ce déplacement est la présence actuelle sous les drapeaux d'un nombre, relativement bien plus élevé qu'autrefois, de sous-officiers très jeunes et encore à l'âge d'élection de la maladie.

Rapports avec les localités. — Nous avons à signaler de nouveau deux séries de circonstances opposées au point de vue de l'affinité de la fièvre typhoïde pour les diverses zones géographiques occupées par nos troupes : 1° un premier groupe de faits témoigne de la prédominance invétérée de l'affection en certaines garnisons : Paris, Lyon, Nancy, Perpignan, le Mans, Caen, Troyes, etc., et, en outre, de sa prépondérance de plus en plus marquée à mesure qu'on se rapproche du littoral méditerranéen ; ce dernier fait est confirmé par la fréquence de la maladie en Algérie où elle est plus commune qu'en France. 2° Une autre série de rapports démontre, en revanche, la mobilité de l'affection caractérisée par son apparition en des localités où elle n'avait apparu de mémoire d'hommes : Uzès, la Bordelière, etc., preuve nouvelle de cette différence profonde qui existe entre la fièvre typhoïde et les maladies rivées au sol, comme la fièvre intermittente, et dont nous avons fait un argument à l'encontre de la généralisation de la doctrine de Pettenkofer sur la genèse tellurique de la dothinentérie.

Rapports avec les saisons. — La répartition saisonnière des épidémies a correspondu à leur mode étiologique : les épidémies nées du miasme humain, ou épidémies d'encombrement, appartiennent surtout, cette fois encore, à la saison froide et l'on en comprend la raison : c'est l'époque où la ventilation des casernes est réduite à son *minimum* par le soin que prennent les hommes de fermer aussi étroitement qu'ils le peuvent portes et fenêtres, et par le séjour plus prolongé des soldats dans les chambrées. Les épidémies nées du miasme putride (égouts, latrines, remuement de terres chargées de matières organiques) sont surtout estivales, cadrant avec l'époque où les divers foyers qui les engendrent sont le moins irrigués ou immergés, et soumis à une température extérieure qui en rend les émanations plus intenses.

Dans la même localité, à Valenciennes, et pendant la même période annuelle 1877, M. Chartier a vu se développer ainsi une épidémie hivernale due à l'encombrement, puis, après trois mois d'intermission absolue, une épidémie estivale d'origine putride.

Affinité avec les autres maladies. — Les affinités de la fièvre typhoïde avec diverses autres formes morbides, notamment avec l'embarras gastrique fébrile et la fièvre rémittente, se sont affirmées dans un grand nombre de ces épidémies.

Par leur coïncidence, ces affections ont démontré une fois de plus la possibilité pour le médecin militaire de prévoir à l'avance l'imminence épidémique et de proposer des mesures prophylactiques immédiates avant la réalisation du mal. Elles ont sans doute représenté des degrés relativement légers d'intoxication ; elles ont concouru à accroître le chiffre de cas d'intoxication plus grave, c'est-à-dire de fièvre typhoïde confirmée, en augmentant l'insalubrité des chambres des casernes ; car la présence d'individus atteints de ces affections légères, et restant dans leurs lits durant la journée, empêche l'ouverture des fenêtres et entraîne la production de miasmes plus dangereux que ceux de l'homme en santé.

ÉTIOLOGIE.

Nous ne reviendrons pas sur les *aptitudes spéciales* du soldat à la fièvre typhoïde, nous bornant à rappeler que si l'affection trouve un terrain si favorable dans l'armée, ce n'est pas seulement par le fait de la vie en commun et de l'agglomération des hommes ; c'est encore et surtout parce que ces agglomérations sont composées d'individus prédisposés :

(1) Léon Colin, *Évolution multiannuelle des épidémies*, dans le *Traité des maladies épidémiques*, p. 453.

1° Par leur âge, la maladie atteignant son maximum de fréquence à vingt-deux ans, ce qui explique pourquoi, depuis la loi de 1872, l'affection est devenue plus commune dans l'armée française, où cette loi a augmenté la proportion de jeunes soldats;

2° Par leur sélection, les individus forts étant plus aptes à la fièvre typhoïde que les organismes débiles, éliminés au conseil de révision;

3° Par leur qualité de *nouveaux venus* dans les grandes villes de garnison, dont les habitants offrent le bénéfice d'une atteinte antérieure ou de l'assuétude aux influences typhoïgènes (1).

Ce que nous étudierons surtout cette fois, ce sont les diverses causes des épidémies relatées par nos collègues de l'armée, puis, dans un article spécial, l'influence dangereuse de certaines villes de garnison.

1° *Miasmes humains.* — *Encombrement.* — Dans notre *Traité des maladies épidémiques,* nous avons signalé (p. 616) l'exagération du rôle attribué aux émanations putrides, notamment à celles des égouts et des latrines dans l'étiologie de la fièvre typhoïde. Ce rôle n'est que trop certain, nous en avons donné maintes preuves dans notre premier rapport, et nous en fournirons de nouvelles en celui-ci. Mais il y a erreur à voir en ces miasmes putrides la condition *exclusive* de l'affection; cette opinion a été formulée surtout par les auteurs qui ont considéré les sécrétions intestinales des malades comme seul véhicule du contage, et qui, dès lors, dogmatiquement, n'acceptent la possibilité de reproduction du mal que par les réceptacles de ces sécrétions; pour eux, le miasme de l'homme vivant, le miasme de l'encombrement est ici sans danger.

Murchison a pu écrire : l'existence de la fièvre typhoïde est indépendante de l'agglomération et d'une ventilation défectueuse (2). Une semblable erreur est la conséquence forcée d'une conception étiologique formulée *à priori* par Murchison, et qui, s'appliquant aux trois fièvres continues de la Grande-Bretagne, typhus, fièvre récurrente, fièvre typhoïde, est d'une séduisante simplicité.

Il fait du typhus la maladie de l'encombrement (*Overcrowded fever*); de la fièvre typhoïde, la maladie de la putridité (*Pythogenic fever*); de la fièvre récurrente, la maladie de la faim (*Famine fever*). C'est là un procédé pédagogique merveilleusement imaginé pour donner à chaque espèce de cette trilogie une étiquette étiologique distinctive et commode à retenir.

Il y a même en ces distinctions un grand fonds de vérité, nous le reconnaissons; mais ces formules exclusives, systématiques, ne peuvent tenir devant la réalité des faits : le typhus n'est pas seulement la maladie de l'encombrement; il faut de plus, nous l'avons établi ailleurs (3), l'altération des sécrétions par une dyscrasie antérieure; pourquoi, sans cela, le typhus ne naîtrait-il pas, au lieu de la fièvre typhoïde, dans nos casernes encombrées? La fièvre récurrente n'est pas seulement la maladie de la famine; elle relève plutôt de diverses circonstances dont certainement la misère peut aggraver l'action : malpropreté personnelle, infection domiciliaire, conditions géographiques encore mal déterminées, etc. La fièvre typhoïde, enfin, n'est pas seulement la maladie de la putridité; si le miasme des latrines et des égouts joue un rôle indéniable dans sa propagation, il est une influence plus directe de l'homme sur l'homme, qui prend également part à sa genèse : c'est le miasme de l'organisme vivant, qui atteint dans l'encombrement sa plus grande énergie.

On comprend, dès lors, que ce mode pathogénique se présente surtout aux médecins de l'armée, puisqu'à eux en particulier vient s'offrir l'occasion d'observer des agglomérations d'individus spécialement aptes à la maladie. Aussi nous retrouvons encore, dans les rapports de ces trois années, des faits qui démontrent que c'est là une des causes les plus indéniables de la fièvre typhoïde, qu'il est irrationnel de la rejeter au rang de ces influences banales, systématiquement invoquées, et par cela même sujettes à caution. Nous qui avons cherché à mettre nos élèves en garde contre l'abus qui a été fait du mot encombrement dans la genèse de toutes les maladies du soldat (1), nous tenons à prouver par des exemples combien ce terme s'applique à juste titre à celle de la fièvre typhoïde.

Ici, c'est un corps divisé en deux fractions inégales, installées dans des bâtiments voisins, absolument identiques; la fraction la plus forte est seule atteinte; là, c'est un régiment entier logé dans une même caserne; les deux premiers étages, largement aérés, sont indemnes, la maladie éclate sous les combles, dans les salles imparfaitement ventilées. Un danger des grandes casernes modernes, c'est précisément de renfermer des locaux de second ordre, relégués aux étages supérieurs et destinés aux effectifs éventuels : recrues, engagés conditionnels, réservistes; catégories susceptibles entre toutes, qui viennent ainsi se superposer aux autres résidents et créer des dangers pour toute la population locale.

C'est l'encombrement qui paraît avoir été la cause principale des épidémies de la caserne de la Nouvelle-France (Paris), en 1877, et de la caserne de la Flotte (Saint-Martin-de-Ré), en 1879.

Mais le plus frappant exemple est dû au rapport de M. Marmonnier :

Le 1er mai 1876, 116 hommes du 4e régiment du génie sont envoyés de Grenoble au hameau de la Bordelière, situé à une altitude de 950 mètres, au voisinage du Mont-Eynard, où l'on élevait un fort. Le détachement est logé dans trois maisons, 60 hommes dans l'une, 46 dans la seconde, 10 dans la troisième : ces maisons, comme toutes celles du hameau, étaient fort distantes les unes des autres. Dans la première, où il n'y avait que 9 à 10 mètres cubes par homme, la fièvre typhoïde éclate le 3 juillet, atteint 5 soldats et en tue 2; dans la troisième, dont les 10 habitants étaient encombrés dans deux chambres étroites, se manifestent à la même époque

(1) Voy., pour le détail, notre première étude : *De la fièvre typhoïde dans l'armée.* Paris, 1878.

(2) Murchison, *la Fièvre typhoïde.* Traduction Lutaud, p. 47.

(3) Léon Colin, *Traité des maladies épidémiques,* p. 639.

(1) Léon Colin, *Traité des maladies épidémiques,* p. 112.

deux cas, dont un mortel. Rien dans la seconde, relativement plus spacieuse.

Le 21 juillet, on évacue par ordre les trois maisons, les soldats sont répartis les uns sous la tente, les autres dans une vaste scierie très ventilée; l'épidémie s'arrête.

Si l'on considère que la maladie ne régnait pas à Grenoble, d'où venait ce détachement, que d'ailleurs le premier cas s'est manifesté deux mois après son arrivée à la Bordelière, qu'en ce hameau relégué au flanc d'une montagne élevée, la maladie était absolument inconnue, hésitera-t-on à reconnaître, en son étiologie, l'influence génératrice du miasme humain ?

2° *Miasmes putrides d'origine humaine* (*émanations fécales*). — Ce mode d'infection a été, lui aussi, très fréquent; il paraît avoir constitué la cause principale, sinon exclusive, des épidémies signalées dans les garnisons de Nice, Lunéville, Aniane, Agen, Avesnes, Romorantin, etc.

L'exemple le plus net nous est fourni par la caserne de la Roche-sur-Yon où, à deux années précises d'intervalle et successivement sous les yeux de deux observateurs différents, MM. Boutié et Longet, l'épidémie naît brusquement sous la même influence : infection de la caserne par des opérations de vidange d'une exécution lente et imparfaite.

C'est d'abord en mai et en juin 1877 :

Quand l'épidémie a éclaté, dit M. Boutié, depuis environ un mois on procédait toutes les nuits au curage des lieux d'aisances; et cela par des moyens si lents et si imparfaits que, pendant toute cette période, tous les locaux de la caserne ont été remplis des exhalaisons les plus malsaines. Certains soirs, le dégagement des gaz méphitiques était si violent que, de l'aveu des officiers de service, la caserne devenait véritablement inhabitable.

Puis c'est en 1879, également au mois de mai et de juin, et voici les paroles de M. Longet :

Depuis plusieurs jours, et malgré de vives réclamations faites à ce sujet, les vidanges ne s'effectuaient que lentement et successivement au moyen d'une pompe insuffisante; souvent même en plein jour, et parfois avec des seaux.

Les fosses restaient largement ouvertes, même pendant plusieurs heures, quand les opérations se trouvaient interrompues. D'où une odeur fétide et une cause d'infection profonde par des miasmes putrides.

3° *Miasmes putrides d'origine animale.* — A Rennes, en 1877, M. Testevin voit la maladie frapper, de préférence, les compagnies installées au quartier de Guines, au-dessus d'une écurie dont les séparait un simple plancher.

Mais l'exemple le plus probant de l'influence typhoïgène des miasmes d'origine animale nous est fourni par M. Farssac, médecin-aide-major de 1re classe au 38e d'artillerie.

Deux batteries de ce régiment quittent, au mois de janvier 1878, la garnison de Carpentras où l'état sanitaire était excellent, et vont occuper Uzès, ville bâtie à 150 mètres d'altitude sur un plateau bien balayé, où les maladies épidémiques sont d'une rareté notoire.

Les hommes sont largement installés, occupant, au nombre de 170 seulement, une caserne où logent habituellement 220 à 250 fantassins.

L'épidémie débute brusquement, trois mois après l'arrivée à Uzès, par 2 cas, le 19 avril, et se termine, le 15 août, après avoir causé 57 cas et 12 décès ; morbidité et mortalité énormes pour un effectif de 170 hommes. Il n'y avait à invoquer ni encombrement, ni fatigue, ni mauvaise alimentation, ni importation de germes; l'eau, de bonne qualité, était prise aux fontaines publiques ; les latrines soigneusement tenues.

Mais, pour adapter cette caserne d'infanterie à l'artillerie, il avait fallu préparer à la hâte une écurie de 100 chevaux; à cet effet, on avait élevé un bâtiment en planches à fenêtres insuffisantes, à 3 mètres seulement d'un pavillon occupé par l'une des batteries, la 5e qui, sur les 16 premiers cas, en fournit 13 à elle seule. On n'avait nullement aménagé le sol sur lequel s'élevait cette écurie, sol perméable reposant sur une couche d'argile; on n'avait ménagé aucune rigole pour l'écoulement des urines des chevaux ; de façon qu'entre l'écurie et le pavillon en question, il n'y eut bientôt qu'amas de fumier et mares de liquides excrémentitiels, dont les chaleurs exceptionnelles du mois d'avril dégagèrent des émanations qui infectèrent ce pavillon.

On profita de l'évacuation et du campement des troupes sur le plateau de Serrebonet, pour agrandir du double les fenêtres de l'écurie, placer 150 ventouses à la toiture, et établir une rigole souterraine pour l'écoulement des urines des chevaux.

4° *Miasmes putrides d'origine diverse, égouts, puisards, gouttières, parquets,* etc. — Cette fois encore les faits démontrent combien les médecins de régiment doivent minutieusement rechercher tous les foyers d'infection. A côté des rapports où l'on voit la cause morbide surgir des égouts tels que nous les connaissons, il en est quelques-uns d'après lesquels cette influence a pris naissance en des points où jamais on ne l'eût soupçonnée.

Dans son excellent rapport sur l'état sanitaire des quartiers de cavalerie de Saint-Germain-en-Laye, M. Fournié signale précisément un de ces foyers se développant en un point du casernement, où de prime abord on ne songerait pas à le chercher, dans les gouttières des toits ; plusieurs chambres du quartier de Grammont, situées dans les combles, ont été infectées en 1875-1876 par les émanations d'une masse de détritus organiques accumulés dans les gouttières qui longent les embrasures de ces fenêtres, le long de leur bord inférieur ; il s'était développé à ce niveau un véritable cloaque aérien, les hommes y jetant une masse de résidus alimentaires pour s'éviter la peine de les transporter dans la cour.

5° *Contagion.* — Le nombre des cas de développement de la fièvre typhoïde par contage semble avoir été plus élevé en 1877-1878-1879 que pendant les trois années précédentes.

La plupart des faits de contamination au voisinage des malades affirment cependant une fois de plus l'opinion émise dans notre premier mémoire, de la nécessité habituelle d'un séjour prolongé auprès de ces malades pour déterminer la contamination.

Le danger a pris parfois de singulières proportions, dans les circonstances où le nombre exceptionnel des malades atteints de fièvre typhoïde maintenait les infirmiers dans un milieu surchargé de principes morbifiques. D'après le rap-

port de M. Oriou, sur les 30 infirmiers militaires attachés à l'hôpital de Rennes, 10 ont été atteints en deux mois et 3 ont succombé; ce sont là peut-être les chiffres proportionnels de morbidité et de mortalité les plus élevés qu'on ait observés dans notre armée en ces trois ans. Mais aussi le médecin en chef de l'hôpital militaire de Rennes, M. Roudet, fait parfaitement ressortir tous les dangers de contamination qui devaient surgir en cet établissement, composé d'un seul bâtiment à 4 étages où se trouvèrent simultanément superposés jusqu'à 170 malades atteints de l'épidémie.

6° *Transmission par l'eau.* — La contamination par l'intermédiaire de l'eau de boisson ne ressort pas comme cause unique, exclusive, de transmission du contage en aucune des épidémies.

Déjà, dans notre précédent rapport (période triennale 1874-1876), nous avions fait ressortir combien étaient rares, au moins dans l'armée française, les faits susceptibles de démontrer l'absorption du poison typhoïgène par les voies digestives.

7° *Influences typhoïgènes d'origine urbaine.* — Nous croyons avoir établi, ne serait-ce que par les faits précédents, combien de causes d'insalubrité pouvaient se développer dans la demeure des soldats, démontré que tel devait être, et tel était surtout l'objet des préoccupations du médecin militaire; mais il ressort aussi, de nos recherches, que des casernes irréprochables en elles-mêmes sont parfois originellement compromises par l'insalubrité de la localité où elles ont été élevées, et que si, alors, les militaires sont spécialement atteints, c'est en raison de leur réceptivité de nouveaux venus aux causes typhoïgènes communes, auxquelles les habitants sont plus réfractaires, non seulement par le fait de leurs atteintes antérieures, mais grâce à leur assuétude aux miasmes.

Incessamment renouvelés par la succession des contingents, les régiments ne sauraient atteindre à cet acclimatement de la population sédentaire.

Et cependant on admet difficilement que le soldat puisse déceler l'existence de causes morbides, nées en dehors de son habitation; de ce que, dans telle épidémie, il sera parfois le premier frappé, on conclut qu'il est l'auteur de tout le mal et que c'est lui qui contamine la population civile; oubliant que, dans les villes, on peut constater la même imminence morbide chez les nouveaux venus de la classe civile; ouvriers, lycéens, domestiques arrivant des campagnes, etc. On s'aperçoit moins, il est vrai, de l'importance des pertes subies par ces dernières catégories, parce que les individus qui les constituent sont disséminés, perdus sur l'ensemble de la ville, et que leurs atteintes moins condensées frappent moins l'attention que celle des soldats.

Certes, les casernes de beaucoup de villes, à l'étranger aussi bien qu'en France, sont loin de représenter des types de constructions parfaites ; au congrès international d'hygiène de Turin de 1880, où nous avions l'honneur de représenter la médecine militaire française, nous avons recueilli, près des délégués des autres puissances européennes, la preuve de l'existence, en leur pays, de bien des *desiderata* au point de vue de la salubrité intrinsèque des casernes : les unes, anciennes, pèchent par l'insuffisance de l'aération, l'installation défectueuse des latrines, le défaut d'une canalisation bien entendue pour l'isolement immédiat de tous les détritus organiques; les autres, modernes, compensent souvent le bénéfice d'une édification plus soignée par l'exagération de leurs proportions, et le danger des agglomérations qui en résultent.

Mais leur défaut souvent commun et parfois capital, c'est d'être immergées dans l'atmosphère d'une ville favorable à l'entretien des germes typhoïdes et d'y concentrer des groupes de sujets arrivés à la période de réceptivité maxima à cette affection.

N'est-ce pas vrai en particulier pour Paris?

En est-il autrement de la plupart des autres garnisons?

Les faits consignés dans les rapports de nos collègues démontrent surabondamment que dans nombre de ces villes, notamment à Clermont-Ferrand, Montauban, Rouen, Nancy, Caen, Rennes, Perpignan, Troyes, nos soldats ont subi, durant la période qui nous occupe, des causes d'insalubrité urbaine, contre lesquelles ne saurait lutter la tenue la plus hygiénique, la plus irréprochable des casernes édifiées en ces diverses résidences.

PROPHYLAXIE.

Le nombre et la variété des causes typhoïgènes imposent la nécessité de les combattre par des moyens également variés et nombreux; et nous protestons hautement contre le danger des doctrines qui ont affirmé l'unicité de la prophylaxie à leur opposer.

Il suffirait, suivant Murchison, d'empêcher les produits de la fermentation fécale d'entrer dans les maisons et de corrompre l'eau potable. Cet auteur ne peut évidemment proposer d'autre moyen, lui qui considère les déjections intestinales comme le principal, sinon le seul moyen de propagation de l'épidémie (1). Il ne saurait conseiller les deux moyens capitaux suivant nous : *désencombrement et ventilation des locaux,* lui qui a prétendu que l'existence de la fièvre typhoïde était indépendante de l'agglomération et d'une ventilation défectueuse.

Aphorisme faux et dangereux, conséquence de ce besoin dogmatique que nous avons signalé plus haut de différencier profondément la genèse du typhus de celle de la fièvre typhoïde.

Les mesures prophylactiques les plus importantes ont pour objectif les conditions d'*habitat* du soldat.

1° *Casernes.* — Nous le répéterons de nouveau : l'attention de nos collègues doit rester principalement éveillée sur les conditions originelles de l'affection à l'intérieur même des casernes; là même où ces conditions d'insalubrité intrinsèques ne font que s'ajouter à celles qui prennent naissance dans la ville, elles doivent être combattues aussi énergiquement que si elles représentaient à elles seules toute l'étiologie du mal.

(1) Murchison, *la Fièvre typhoïde*. Traduction Lutaud, p. 61.

Il ne s'agit pas seulement d'assurer la salubrité de la caserne par le drainage du sol, par l'assainissement des latrines, l'irrigation des égouts, la propreté des murs, des parquets et des hommes, la pureté des eaux de consommation, autant d'indications capitales sur le détail desquelles nous ne reviendrons pas cette fois; il faut surtout prévenir toute chance d'encombrement par la modification absolue de l'ancien système de casernement.

Aux bâtiments massifs des siècles passés, on substitue avec raison le système des pavillons isolés, sans étages ou à un seul étage, permettant d'étaler les troupes sur des surfaces plus vastes, au lieu de les superposer dans des édifices monumentaux.

Ce que nous voudrions voir supprimer de l'assiette des casernements, c'est la prétendue ressource des étages mansardés et destinés au logement des effectifs éventuels, c'est-à-dire, en la plupart des cas, à l'installation de ces groupes de nouveaux venus (recrues, réservistes, engagés conditionnels) qui viennent surcharger la population d'une caserne, y apportant des conditions spéciales de réceptivité typhoïde, et, néanmoins, relégués dans les locaux les moins favorables de l'habitation commune.

Tout récemment le conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine était consulté sur la question de savoir si l'emplacement choisi à Paris, sur les terrains communaux de l'ancienne île Louviers, présentait les conditions voulues pour la construction (boulevard Morland) d'une nouvelle caserne destinée à la garde républicaine. Peut-être y a-t-il intérêt à reproduire le passage principal du rapport établi par la commission dont nous faisions partie avec M. l'inspecteur général Lalanne, directeur de l'école des ponts et chaussées :

« Nous avons visité les lieux et nous pensons que l'emplacement en lui-même est favorable, car le voisinage de la Seine en assure l'aération et le dégagement. Il y a lieu de croire d'ailleurs que, malgré la nature hétérogène des terrains qui ont servi à remblayer un petit bras de la Seine et à exhausser le niveau de l'ancienne île Louviers, le tassement en est assez complètement opéré pour que les constructions aient une solidité convenable, à la condition de descendre jusqu'au terrain résistant, à une profondeur suffisante un certain nombre d'appuis pour des voûtes de décharge et pour des contreforts reliant les diverses parties de l'édifice.

« Le service d'architecture de la préfecture de la Seine a une compétence exclusive pour étudier cette question et pour proposer ce qu'il convient de faire. Nous ne croyons pas excéder les limites de la nôtre en émettant le vœu que, dans l'étude des dispositions à prendre, tant pour l'intérieur des habitations que pour la distribution des bâtiments, on ait égard aux principes généralement admis aujourd'hui par les hygiénistes; qu'on veuille bien ne pas oublier que dans certaines grandes casernes, largement installées et bien ventilées, d'une étendue proportionnelle à l'effectif nombreux qu'elles abritent, on a souvent signalé la fréquence et l'intensité des épidémies de fièvre typhoïde, tandis que la maladie est plus rare et même absente dans des casernes relativement bien moins aménagées, mais dont les dimensions plus modestes n'admettent qu'un chiffre plus restreint d'habitants. Le danger va croissant avec le chiffre de l'agglomération et vu la similitude des conditions de réceptivité où se trouvent placés les individus qui la composent, chacun contribuant parallèlement à l'élaboration ou à l'incubation d'un miasme commun dangereux pour tous. C'est surtout à cause du rôle que joue, dans la majorité des épidémies de caserne, ce fait de la réunion de sujets identiques, qu'on a été conduit à condamner le système des casernes monumentales, et à demander qu'elles soient remplacées par de petits pavillons isolés à un étage, réduisant au minimum la solidarité des groupes qui respirent et souillent une même atmosphère, à insister aussi pour que ces pavillons ne soient pas simultanément occupés, car la fièvre typhoïde formant souvent un foyer circonscrit en un point d'une caserne, on sent de quel avantage serait un local toujours disponible pour l'évacuation des habitants des chambres menacées. »

2° *Villes de garnison.* — Quelles que soient les bonnes conditions intrinsèques d'une caserne, qu'elle soit édifiée sur les types les plus conformes aux aspirations de l'hygiène moderne, il y aura toujours un danger spécial pour le soldat à l'habiter si elle est englobée dans une localité insalubre, vu l'influence spéciale sur le soldat des conditions d'insalubrité communes à l'ensemble de la population.

On ne saurait trop inspirer à l'autorité civile la conviction que, non seulement, l'armée a droit à la salubrité des villes dont on lui impose la résidence, mais que c'est là une question d'intérêt public, toute épidémie militaire pouvant se généraliser. Aucune caserne ne devrait être désormais édifiée dans les quartiers à rues étroites et populeuses; aucune ne devrait l'être au centre de la cité qui ne serait pas munie d'un système de canalisation et d'un approvisionnement d'eau suffisant à enlever tous les produits résiduels de cette caserne.

Aujourd'hui que le système de la vidange complète à l'égout est en faveur, on se gardera de telles villes où, malgré la pénurie d'eau, malgré l'insuffisance de pente, de dimension et d'étanchéité des conduits, on a cru pouvoir adopter ce système et même l'imposer à l'habitant.

Jadis on a vu des municipalités proposer, pour la construction des casernes, tel quartier déshérité parce qu'il était surchargé d'une population industrielle et malheureuse, quelquefois même compromis par le voisinage de quelque cause d'insalubrité plus évidente, comme une voirie, un dépôt d'immondices qui en éloignait les constructions particulières; la caserne à élever devenait, aux yeux des édiles, un des modes d'assainissement, de relèvement des quartiers déclassés, mode un peu barbare, il faut en convenir, pour celui qu'on y plaçait, et dont on n'eut point imposé les chances aux enfants de la ville, quoique moins prédisposés que les nouveaux venus.

Ces temps, heureusement, sont loin de nous; mais il est parfois des conditions d'insalubrité, moins évidentes à première vue, qu'il faut savoir écarter.

Le drainage du sol, quand il est perméable, doit devenir une des opérations préliminaires de toute édification de maisons privées et, à plus forte raison, de demeures collectives. « Tout sol poreux et non drainé représente un vaste égout sans paroi, sans limite à son influence miasmatique (1). »

(1) Léon Colin, *Traité des maladies épidémiques*, p. 903.

On sait malheureusement avec quelle ténacité, en certaines villes, l'administration municipale a protesté contre l'existence de toute cause d'insalubrité urbaine; avec quelle facilité, au contraire, elle a accueilli la pensée que les soldats, par cela même qu'ils étaient les premiers atteints, étaient la cause de tout le mal. N'a-t-on pas même laissé entendre que nous avions quelque velléité de dissimuler l'insalubrité des casernes en invoquant une origine extrinsèque, urbaine, aux épidémies de garnison? Qui, cependant, a dévoilé plus complètement que nous les *desiderata* de la demeure de nos soldats? Mais encore une fois, la plus hygiénique de ces demeures n'est que trop souvent compromise par des influences toutes de voisinage.

Ce n'est pas pour défendre notre conviction à cet égard que nous avons de nouveau accumulé tant de preuves de sa réalité.

Nos deux mobiles ont été les suivants :

1° Sauvegarder les casernes de l'avenir, celles qui seront construites suivant les règles de l'hygiène, contre les dangers de tout milieu qui les compromettrait originellement.

2° Émouvoir l'indifférence de certaines municipalités, qui considèrent comme lettre morte les généreuses réclamations de nos collègues de l'armée, en faveur non seulement de la garnison, mais des habitants, et qui ne s'aperçoivent même pas que la maladie qui décime nos régiments ne sévit que trop souvent aussi d'une manière moins apparente, vu la dissémination des cas, sur la population civile d'âge correspondant.

Ce que nous sommes heureux d'affirmer, c'est qu'aujourd'hui l'on commence à reconnaître le bien fondé des preuves accumulées chaque jour, par les médecins militaires, de l'insalubrité autochtone de diverses garnisons; c'est que certaines grandes villes, Rennes par exemple, traversée par une rivière, jadis infecte; Troyes, sillonnée de canaux, véhicules des immondices de la population civile, arrivent à comprendre la légitimité de nos plaintes incessantes, aussi profitables à la population résidente qu'à l'armée. « Assainir la ville de Troyes, a dit M. Weill, est un devoir qui s'impose aux autorités locales. Dans ce but, il ne faut pas employer de demi-mesures. La ville devra s'imposer des sacrifices, qui ne sont rien en présence du terrible fléau qui moissonne un certain nombre de ses habitants et surtout des pauvres militaires qui viennent faire un séjour forcé au milieu de ce foyer d'infection. » Conseil d'autant plus réalisable que le voisinage de la Seine permet d'y prendre toute l'eau nécessaire à l'irrigation des égouts et à l'assainissement de la ville. D'autres garnisons, Rouen, Caen, assurent aujourd'hui, par des arrivages d'eau suffisants, l'irrigation et la désinfection de tant de vieux égouts qui en souillaient l'atmosphère et faisaient de ces villes des séjours dangereux, surtout aux arrivants.

3° *Évacuation des casernes contaminées.* — L'assainissement de la demeure du soldat diminuera, nous l'espérons, la fréquence des cas où il est nécessaire de l'abandonner: tel doit être le principal but de l'hygiène militaire; mais, en attendant, pour justifier la place importante que nous accordons, cette fois encore, à l'évacuation des casernes contaminées soit par elles-mêmes, soit par l'atmosphère urbaine, il nous suffira de dire qu'à notre sens la diminution de mortalité de l'armée par fièvre typhoïde, durant cette dernière période triennale, dépend surtout de l'application plus large et plus fréquente de cette mesure. Grâce à sa généralisation, les épidémies sont devenues plus courtes, partant moins meurtrières. Tous ceux de nos collègues qui, avant de proposer le campement des troupes atteintes à l'autorité militaire, ont cru devoir d'abord nous demander conseil, peuvent attester que dans les cas où nous leur avons répondu par une adhésion pleine et immédiate, ils n'ont jamais eu à se repentir de s'y être conformés.

Le nombre des preuves d'efficacité de cette mesure a donc été singulièrement multiple; elle a été appliquée plus de cinquante fois pendant cette période de trois ans, et nous voyons avec satisfaction cette pratique tomber enfin dans la catégorie des moyens banals à opposer à l'affection.

Cette question se rattache étroitement, d'ailleurs, aux progrès généraux réalisés dans la lutte de l'homme contre les maladies populaires.

Dans tous nos travaux sur la prophylaxie de ces affections et, en particulier, sur celle des maladies pestilentielles (fièvre jaune, peste, choléra), nous avons énergiquement insisté pour substituer aux anciennes et barbares méthodes de réclusion des groupes atteints ou suspects, l'application, variable en ses détails seulement, suivant la nature du fléau à combattre, d'une pratique, d'un caractère plus efficace et plus civilisé : *évacuation des foyers épidémiques;* à la condition, bien entendu, de pouvoir, s'il y a danger de propagation du mal, imposer aux malades et aux suspects des conditions d'isolement qui les rendent inoffensifs pour eux-mêmes et pour les populations voisines (1).

Aujourd'hui, les administrations sanitaires commencent à comprendre que c'est commettre plus qu'une faute que maintenir, renfermés à bord d'un navire contaminé de fièvre jaune ou de choléra, les groupes de passagers qui doivent au contraire être, autant que possible, soustraits par le débarquement à l'influence du foyer nautique.

Devait-on accepter davantage cette réclusion quand il s'agit de la plus commune et de la plus meurtrière de nos maladies endémiques, la fièvre typhoïde? Pourquoi maintenir les soldats renfermés dans leurs casernes, quand celles-ci sont transformées en foyer épidémique, que le mouvement des troupes est si peu dangereux pour la population civile, et que ce danger se réduit à néant par le campement des régiments atteints? Notre vœu le plus ardent est donc de voir cette pratique se généraliser davantage encore contre toute épidémie naissante et, surtout, devenir plus hâtive.

Quelquefois, en effet, c'est quand une épidémie a déjà fait un certain nombre de victimes qu'on se rend volontiers à l'évidence de la nécessité d'une évacuation de casernes; on applaudit à la sagesse de la prescription qui envoie camper tel régiment, après qu'une série de décès, dix, quinze, quel-

(1) Léon Colin, *Traité des maladies épidémiques*, p. 935 et suiv.

quefois plus, est venue démontrer l'insalubrité du quartier; on y applaudit d'autant plus que la mesure est couronnée d'un succès immédiat, que l'épidémie s'arrête brusquement, et que l'on estime, d'après le chiffre des pertes subies, la somme de celles dont le corps évacué était encore menacé.

Les médecins militaires doivent s'attacher à démontrer l'erreur et le danger de cette dernière opinion: ces décès, qu'on a laissés s'accumuler comme preuves du danger, ne pouvaient et ne devaient-ils pas être conjurés? Quel est, en réalité, le bénéfice de ces évacuations tardives accomplies souvent à l'époque où le mal allait cesser sur place, de lui-même? Il faut arrêter l'épidémie, non pas à la fin, mais au commencement; tel fut, par exemple, le résultat de l'évacuation totale de la garnison de Rouen ordonnée au mois de décembre 1878; en une seule semaine, en effet, du 13 au 20 décembre, 97 malades avaient été envoyés à l'hôpital par les cinq régiments de la garnison; ce brusque début présageait une grave épidémie; par ordre de l'autorité militaire, tous les régiments allèrent camper, le 21 décembre, sur le plateau de Rouvray, à cinq kilomètres de la ville; dès lors, il n'y eut plus que 6 cas.

Ce qu'il importe donc, c'est d'agir en temps utile, c'est-à-dire au début de l'épidémie, et de commencer, pour ainsi dire, le sauvetage par celui des premières victimes; il suffit que quelques cas très rapprochés et d'une gravité spéciale viennent à se manifester; il suffit même que le nombre des affections bénignes satellites de la fièvre typhoïde, comme embarras gastriques, fièvres gastriques, fièvres rémittentes, se manifestent avec une fréquence, une soudaineté exceptionnelle pour que le médecin déclare qu'il y a péril à rester sur place.

Nous ne nous dissimulons nullement certains inconvénients du brusque abandon des casernes.

L'évacuation et le campement des troupes n'entraînent pas seulement le déplacement du soldat, mais celui des sous-officiers, des officiers, obligés de troquer brusquement une installation confortable, des relations de société souvent la vie de famille, contre la monotonie du séjour sous la tente; peut-être quelques-uns accepteront-ils ce changement avec d'autant plus de regret que, grâce à une atteinte antérieure, ou par le simple fait de leur âge plus avancé, ils sont, personnellement, devenus réfractaires à la fièvre typhoïde et, qu'en revanche, le campement, surtout pendant la saison froide, les prédispose à certaines affections: angines, bronchites, rhumatismes, qui ont été parfois alléguées comme conséquence de la mesure prise dans l'intérêt de la santé du soldat.

Beaucoup de chefs de corps considèrent, et à juste titre, comme un grave inconvénient, au point de vue de la discipline et de l'instruction, de disséminer leurs hommes, au lieu de continuer à les avoir sous la main; quelques-uns estiment qu'il est regrettable pour leur régiment d'évacuer certaines villes de garnison, ambitionnées depuis longtemps, Paris, Lyon, dont l'occupation est considérée comme un avantage et une récompense; il leur est pénible, surtout, de quitter alors ces grandes casernes centrales, où cependant le danger d'infection typhoïgène atteint parfois son maximum.

Nous ne pouvons donc qu'applaudir à la sage fermeté avec laquelle, depuis plusieurs années, l'autorité militaire a fait l'application de cette mesure.

Quelquefois l'évacuation partielle de la caserne peut suffire, si, par exemple, un pavillon seul est atteint; mais lorsque la maladie est généralisée, il est sage de se méfier des demi-mesures, comme la diminution de l'effectif par évacuation partielle, ou renvoi dans leurs foyers d'un certain nombre d'hommes.

La persistance de la maladie parmi les quelques militaires laissés à Rouen en 1878 (M. Chambe); à la Roche-sur-Yon, en 1877 (M. Longet), après le campement du reste de la garnison, témoignent de la permanence du danger pour ceux qui sont alors maintenus dans le foyer épidémique.

LÉON COLIN.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

M. BUCHNER a étudié (1), non pas la vie psychique des bêtes, comme semble l'indiquer le titre de l'ouvrage, mais seulement les phénomènes intellectuels que présentent les animaux inférieurs les plus intelligents, les fourmis, les hyménoptères et les araignées.

Il y a peu d'observations personnelles dans cet ouvrage, et ce n'est pas un livre aussi original que l'ont été les ouvrages de *Huber* et des autres savants, qui a raconté avec prédilection les phénomènes étonnants que fournit l'observation de ces petits insectes. Mais, comme l'auteur a pris soin de recueillir les données qui lui ont été envoyées de toutes parts sur ce sujet par un grand nombre d'observateurs différents, le lecteur trouvera dans le livre de M. Buchner des documents inédits assez abondants.

En outre, M. Buchner a compulsé et rassemblé à peu près tout ce qui a été dit sur la matière. C'est donc un excellent recueil des faits relatifs à l'intelligence des fourmis et des abeilles.

M. Buchner compare les sociétés des fourmis aux sociétés humaines; et souvent l'avantage, au point de vue de la justice et de la meilleure organisation sociale, n'est pas du côté des hommes. Il y a, chez les fourmis, des sortes d'exploitations agricoles, et on peut même, dans les sociétés des fourmis, constater une traite du bétail, lequel, dans les fourmilières, est représenté, comme on sait, par les pucerons. Certaines espèces de fourmis vivent en république; d'autres vivent en monarchie. Dans les unes et les autres, il y a une organisation savante, compliquée et immuable, qui se répète depuis un grand nombre de générations. D'autres espèces forment une société où se trouvent, comme chez

(1) *La vie psychique des bêtes*. Traduction française par M. Létourneau. Un vol. in-8° de 500 pages. Paris, Reinwald, 1881.

les termites, des soldats, d'une part; d'autre part, des ouvriers ou architectes, qui, les uns et les autres, n'agissent jamais que comme soldats ou comme architectes. Il y a aussi des esclaves, des agriculteurs, etc.; toutes castes bien distinctes, qui coexistent les unes à côté des autres, accomplissant régulièrement la fonction qui leur est dévolue.

Il n'est pas jusqu'au langage et aux rapports d'individu à individu qu'on ne puisse aussi constater chez ces insectes. Nous ne savons pas comment se font ces communications; nous savons seulement que, par le toucher de leurs antennes, les fourmis se font entendre de leurs semblables et leur indiquent des faits précis, parfois assez compliqués; par exemple, l'endroit où se trouve une proie; le secours qu'exige une fourmi blessée; le danger qu'il y aurait à continuer la même route que précédemment, etc.

Il semble aussi que certains sentiments individuels, non réglés définitivement par l'instinct, trouvent place dans l'intelligence des fourmis, et qu'elles soient capables de sentiments d'amitié, d'inimitié et de compassion.

Les sociétés des abeilles sont essentiellement monarchiques. La vie de la ruche se compose de la vie de dix à douze mille individus, ouvriers et soldats tout à la fois, d'un petit nombre de mâles, ou faux-bourdons, qui servent à la fécondation de la reine, et d'une seule reine dont le rôle est essentiellement de perpétuer l'espèce.

M. Buchner s'élève avec raison contre l'insuffisance du mot instinct qui n'explique rien. Il n'y a, pour ainsi dire, pas de transition entre l'instinct et l'intelligence, et tous les efforts qu'on a faits pour séparer ces deux phénomènes de l'activité cérébrale sont restés insuffisants.

En résumé, ce livre fort bien traduit, en un style très clair et très correct, par M. *Letourneau,* sera lu avec plaisir et profit; car les faits qu'il contient, quoique connus pour la plupart, ne peuvent que gagner à être redits et réunis en un seul ouvrage.

M. Nachtigal (1) a eu cette bonne fortune de voyager sans encombre dans des pays inhospitaliers et malsains; et il a raconté son voyage intéressant dans un livre qu'on vient de traduire en français. Nous avons précédemment parlé de l'ouvrage allemand et de ses mérites; l'édition française est aussi excellente. C'est dans le Fezzan, le Bornou, autour du lac Tchad, c'est-à-dire, en somme, au cœur de l'Afrique, qu'a voyagé M. Nachtigal. Tous ces pays sont maintenant musulmans, et, en même temps que l'islamisme, la langue arabe y a fait de grands progrès. Peut-être autrefois, avant l'invasion de l'islamisme, la population était-elle plus nombreuse. Il y a, depuis longtemps, pour beaucoup de ces cités du centre de l'Afrique, par suite des luttes sanglantes qui déchirent les diverses tribus, une décadence incontestable. Le Fezzan, dit M. Nachtigal, forme un peu plus d'un tiers de la superficie de la Tripolitaine; mais il n'a guère que trente mille habitants, alors qu'autrefois il y en avait peut-être cinq à six fois plus. Le principal commerce y est la traite des nègres. Les Fezzanais sont lâches, gourmands, libertins, apathiques, honnêtes. Les Toubous sont d'un caractère tout opposé, rusés, égoïstes, rapaces et frugaux.

Le lac Tchad, que si peu d'Européens ont vu, a été de tous temps le point de mire des explorateurs de l'Afrique centrale. D'après M. Nachtigal, son étendue peut être évaluée approximativement à la superficie de la Sicile : la pente des rives est généralement faible, et les bords de cette immense mer intérieure sont plats et marécageux : aussi changent-ils fréquemment de configuration. Dans l'intérieur du lac il y a des îles et des archipels habités par des populations pillardes, moitié pêcheurs et moitié pirates. L'ensemble de la population riveraine du lac Tchad peut être évaluée à environ trente mille habitants.

L'ouvrage de M. Nachtigal est de ceux qui peuvent être donnés en étrennes. Depuis quelques années on a pris l'habitude d'offrir ces livres de voyages et de géographie aux jeunes gens de quinze à vingt ans. C'est, à notre sens, une excellente innovation. Peut-être ces lectures instructives développeront-elles chez nos jeunes compatriotes le goût des voyages qui a été autrefois si caractéristique en France, et qui maintenant semble renaître.

Plus d'un lecteur réunira sans doute, comme nous le faisons ici, le livre de M. Serpa Pinto (1) à celui de M. Nachtigal. Les deux voyageurs, en effet, ont eu, l'un et l'autre, à peu près les mêmes obstacles à surmonter; et leurs deux voyages ont eu des résultats aussi importants pour la géographie. Peut-être, cependant, à tout prendre, le Nord de l'Afrique est-il plus inhospitalier que le Sud. Les habitants du Fezzan et du Bornou sont trop farouches musulmans pour ne pas être redoutables aux voyageurs. Au contraire, les nègres, plus ou moins idolâtres, de cette vaste région qui s'étend entre le Mozambique et le Zanzibar, ne sont pas bien à craindre des explorateurs. D'ailleurs, dans son voyage, M. Serpa Pinto n'a pas abordé seulement les pays non civilisés. Il a voyagé dans le pays des Boers, dans le Mozambique portugais; et ce n'est guère que dans l'Afrique centrale qu'il a rencontré des difficultés réelles.

On retrouve dans l'un et l'autre livre le caractère différent des deux nations auxquelles appartiennent M. Nachtigal et M. Serpa Pinto. L'un est sérieux, sobre, minutieux, se gardant de toute emphase; mais aussi se noyant souvent dans des détails trop abondants : en somme, ayant au plus haut degré soit en bien, soit en mal, le caractère scientifique. L'autre, au contraire, alerte, emphatique, racontant les péripéties plus ou moins invraisemblables qu'il a traversées sain et sauf, écrit plutôt un roman qu'un ouvrage de géographie. Assurément l'une et l'autre méthode ont leurs avantages et les deux auteurs ont également réussi. En effet, l'auteur sérieux trouve le moyen d'être très intéressant, et l'auteur romanesque est très instructif.

(1) *Sahara et Soudan*. Traduction par J. Gourdault. T. I, Paris, Hachette, 1881. Un vol. in-8° avec planches.

(1) *Comment j'ai traversé l'Afrique,* par le major Serpa Pinto; traduit par M. Belin de Launay. 2 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1881.

Plus on lit de voyages accomplis dans le continent mystérieux, plus on est stupéfait des innombrables découvertes qui restent encore à faire. Quoique depuis trente ans on ait, pour la géographie et l'ethnographie de l'Afrique, réalisé plus de progrès que depuis cinq siècles, il y a encore cependant bien des places blanches sur les cartes ; il y a bien des lacunes à combler. Et puis, ne fût-ce qu'au point de vue commercial et politique, quel avenir est réservé à l'Afrique? Au temps où nous étudiions la géographie, on la représentait volontiers comme un désert de sable, continuation du Sahara africain. En réalité, l'Afrique est aussi diverse que l'Asie, et le Bornou ne ressemble pas plus au Transvaal que le Thibet à l'Asie Mineure.

Bien des difficultés s'opposeront longtemps encore à la colonisation européenne : les hommes, les animaux, les éléments ; mais les hommes sont de tous les dangers le plus redoutable. Ce n'est pas sans peine que M. Nachtigal, dans le Nord et M. Serpa Pinto, dans le Sud, ont échappé à ces bandits. Espérons que les explorateurs à venir seront aussi heureux que ces deux vaillants voyageurs.

REVUE DE ZOOLOGIE

ET DE PALÉONTOLOGIE

M. Cope : Mammifères fossiles de l'Amérique du Nord ; un nouveau lémurien anthropomorphe ; la faune éocène du bassin du *Big Horn*. — M. Huxley : Philogénie des *Canidæ* vivants et fossiles. — M. Marsh : L'*Archæopteryx* et le *Compsognatus* comparés aux oiseaux à dents des États-Unis. — *British Burmah Gazetteer :* La faune de la Birmanie anglaise. — M. Comstock : Chenille aquatique parasite du nénuphar. — M. Ford : Métamorphoses des trilobites.

Les découvertes paléontologiques dans l'Amérique du Nord se succèdent avec une telle rapidité que l'on peut dire que l'une n'attend pas l'autre. Une des plus récentes, et des plus importantes en même temps, est celle que vient de faire M. Cope d'un *Lémurien* très remarquable par ses caractères anthropomorphes (1).

Le genre *Anaptomorphus* (Cope), que l'auteur avait précédemment rangé parmi les mésodontes, qui sont un sous-ordre de ses *Bunotheria* et qui correspondent aux *Pachylémuriens* de M. Filhol, se rapprocherait bien réellement, d'après ses nouvelles observations, des véritables lémuriens (*Prosimiæ*) actuels. Un crâne presque complet d'une nouvelle espèce, que M. Cope appelle *Anaptomorphus homunculus,* et qui provient, comme les autres, des couches éocènes des territoires de l'ouest, montre que ce genre avait seulement deux prémolaires à la mâchoire supérieure, comme les *Indrisinæ* de Madagascar ; mais ces dents étaient bilobées, comme chez les singes et chez l'homme, et par plusieurs caractères de sa dentition, l'*Anaptomorphus* se rapproche encore plus de ce dernier. La canine est petite et sa pointe dépasse à peine celle des prémolaires ; elle est en série continue comme chez l'homme : les incisives sont droites et non proclives, comme chez la plupart des lémuriens. Les hémisphères cérébraux sont remarquablement grands pour un mammifère éocène, car ils s'étendent jusqu'entre les orbites ; la partie antérieure, tout au moins, était lisse. Le cervelet s'étendait en arrière du trou occipital comme dans le tarsier (*Tarsius*). Les orbites sont grands, comme ceux du tarsier ; mais ils ne sont pas aussi nettement séparés de la fosse temporale. Les molaires supérieures n'ont qu'un seul tubercule interne. Dans la nouvelle espèce décrite par l'auteur, le palais est large comme chez l'homme et les vraies molaires diminuent de taille en arrière. Les fosses ptérygoïdes et zygomatiques sont courtes et larges, et le rocher est grand et renflé. L'animal dont provient ce crâne avait la taille d'un ouistiti, ses habitudes devaient être nocturnes, et M. Cope n'hésite pas à le considérer comme *se rapprochant de l'ancêtre hypothétique lémuroïde de l'homme* plus qu'aucun de ceux découverts jusqu'ici. — Il n'y a donc plus que la différence de forme du placenta, ainsi que l'a fait remarquer M. Alph. Milne-Edwards, qui s'oppose encore à l'hypothèse si souvent critiquée d'Hæckel, d'après laquelle les singes et l'homme lui-même descendraient de quelques types lémuroïdes plus ou moins modifiés. Malheureusement la paléontologie ne nous fournira probablement jamais la solution complète de cette question, envisagée au point de vue embryologique : au contraire, l'étude des mammifères fossiles tendrait de plus en plus à nous faire admettre que *des types très voisins par leurs caractères ostéologiques peuvent avoir une placentation fœtale très différente,* et j'ajouterai que l'étude des mammifères actuels ne contredit nullement cette opinion.

Les découvertes paléontologiques font reculer chaque jour davantage l'époque d'apparition des différents types que l'on considérait naguère comme caractéristiques d'une période donnée. Longtemps, le type des *Artiodactyles,* c'est-à-dire des ruminants, a été considéré comme beaucoup plus récent que celui des *Périssodactyles.* M. Cope (1) vient de découvrir dans l'éocène inférieur (suessonien) de l'Amérique du Nord un nouveau type qu'il désigne sous le nom de *Mioclænus brachystomus,* et qui avait le pied conformé à peu près comme celui du cochon. Il appartenait probablement à la famille des *Dichobunidæ*, voisine de celle des *Anoplotheridæ,* et c'est le plus ancien artiodactyle que l'on ait découvert jusqu'ici en Amérique.

Rappelons à ce sujet que M. Lydekker (2), dont les belles recherches sur les vertébrés fossiles de l'Inde ont été signalées dans notre précédente *Revue,* a décrit plusieurs ossements provenant des couches nummulitiques du Pendjab, parmi lesquels on remarque un astragale dont la forme caractéristique semble indiquer la présence de véritables ruminants en Asie dès la période éocène. L'animal auquel appartenait cet astragale devait avoir l'os naviculaire et le cuboïde

(1) *An Anthropomorphous Lemur. — The American Naturalist,* janvier 1882, p. 73. — *Palæontological Bulletin,* n° 34, p. 152.

(1) *An anthrop. lemur*, p. 71. — *Pal. Bull., loc. cit.*, p. 187.
(2) *Journal of the Asiat. Soc. of Bengal,* 1880, part. 2, n° 1, p. 23.

soudés ensemble, comme cela se voit chez les ruminants actuels à canon et à pied fourchu.

Les couches éocènes de Wasatch ont fourni à M. Cope, dans le bassin du *Big Horn,* plusieurs types intéressants de la famille des *Coryphodontidæ,* qui lui ont permis d'enrichir de deux genres nouveaux (*Manteodon* et *Ectacodon*) ce groupe d'ongulés primitifs, et de fixer d'une façon plus précise les caractères des genres *Coryphodon, Bathmodon* et *Metalophodon* qui en faisaient déjà partie (1). — Le *Manteodon subquadratus* avait la taille d'un bœuf et ses molaires supérieures ressemblent à celles des périssodactyles plus que celles des autres genres de cette famille. L'*Ectacodon cinctus* en différait peu par la taille. Une nouvelle espèce de Coryphodon (*C. anax*) est très abondante dans ce gisement et surpasse en dimensions toutes les autres déjà connues. Enfin un nouveau *Metalophodon,* distinct du type (*M. armatus*), est désigné sous le nom de *M. testis.* — Un petit tableau dichotomique résume les caractères et la classification des cinq genres qui composent cette famille.

Dans un mémoire publié en 1874, dans le *Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia,* et portant pour titre : *On the homologies and origin of the molar teeth of the Mammalia Educabilia,* M. Cope (2) se crut en droit d'avancer que le type primitif des ongulés, qui était encore à découvrir, devait posséder un pied plantigrade à cinq doigts et des dents tuberculeuses. Peu après cette prédiction, l'auteur montra que le pied du *Coryphodon* était plantigrade et pentadactyle, mais les dents n'étaient pas tuberculeuses. Il créa pour ce type l'ordre des *Amblypoda,* en affirmant de nouveau la confiance de son attente relativement à la découverte future de genres appartenant au même groupe, mais pourvus de dents tuberculeuses (*Bunodontes*). — On vient de faire un nouveau pas dans cette voie. Le genre *Phenacodus* avait été créé, en 1873, par M. Cope, sur des débris trop incomplets pour qu'il pût classer avec précision ce type dans le système. Les dents rappelaient celles de porcins, mais on ne savait rien de la structure des pieds. — La récente découverte d'un squelette presque complet d'un animal de ce genre est venue lever tous les doutes à cet égard, en montrant, à la grande surprise des paléontologistes, que le *Phenacodus* n'appartient pas au groupe des cochons, comme ses dents auraient pu le faire croire, mais qu'il appartient réellement à l'ordre des *Périssodactyles,* dans lequel il forme une division spéciale, représentant par ses dents tuberculeuses le groupe des porcins ou *Artiodactyles bunodontes.* En outre, le *Phenacodus* présente un astragale qui s'articule seulement avec l'os naviculaire par une surface uniformément convexe, comme chez les carnivores, ce qui l'éloigne des périssodactyles pour le rapprocher des proboscidiens. Il y avait cinq doigts bien développés à tous les pieds, bien que l'animal ne fût vraisemblablement pas entièrement plantigrade. Le moule du cerveau montre que les hémisphères cérébraux étaient petits et presque lisses, et que le cervelet, très grand, était à découvert, ainsi que les lobes olfactifs. Les os des deux rangées du carpe alternent et il y a un troisième trochanter bien développé au fémur. Les vertèbres cervicales sont opisthocœliennes. — L'auteur caractérise ainsi la place de ce nouveau type dans l'ordre auquel il appartient.

Ordre des Périssodactyles : ongulés à doigts de longueurs inégales, à os du carpe alternes : une apophyse postglénoïde. Astragale présentant une trochlée proximale, mais sans double ginglyme distal.

Sous-ordre des Diplarthra : astragale présentant à son extrémité distale une seule surface plane ou concave, et s'articulant à la fois avec l'os naviculaire et le cuboïde; un troisième trochanter au fémur. Les familles déjà connues appartiennent à ce sous-ordre. (L'auteur place ici le nouveau genre *Systemodon* (1), fondé sur l'*Hyracotherium tapirinum* (Cope), dont les dents, en arrière de la canine, sont en série continue, ce qui n'a pas lieu chez le véritable *Hyracotherium.*)

Sous-ordre des Condylarthra : astragale convexe à son extrémité distale, s'articulant seulement avec l'os naviculaire; un troisième trochanter. Une seule famille, celle des *Phenacodontidæ :* dents molaires tuberculeuses, prémolaires différentes des molaires, cinq doigts à tous les pieds. — Cette famille comprend les genres *Phenacodus* et très probablement *Catathlœus, Mioclœnus* et *Protogenia,* peut-être aussi *Anisonchus* (Cope), tous de l'éocène inférieur. Les *Condylarthra* seraient ainsi le type ancestral des périssodactyles modernes (chevaux, tapirs et rhinocéros).

Sous le titre de *Palæontological Bulletin,* M. Cope publie depuis plusieurs années, en avance sur les mémoires de l'*American Philosophical Society,* les diverses communications relatives aux vertébrés fossiles, faites par lui à cette société savante dont le siège est à Philadelphie. — Le *Palæontological Bulletin,* n° 34, que nous venons de recevoir (et qui porte la date du 20 février 1882), résume et complète les renseignements que nous venons de donner, d'après l'*American Naturalist,* sur les découvertes faites par l'auteur dans les couches de l'éocène inférieur du Wyoming et du Nouveau-Mexique, pendant l'année 1881.

Le bassin de *Big-Horn river* a fourni de nombreux reptiles, appartenant pour la plupart à l'ordre des *Chéloniens,* qui est représenté dans l'Amérique du Nord par des genres variés, dont l'auteur donne les caractères et qu'il range dans dix familles dont trois sont complètement éteintes; ce sont celles des *Propleuridæ, Baënidæ* et *Adocidæ.* — Parmi les mammifères, outre ceux que nous avons déjà signalés, M. Cope décrit comme espèces nouvelles, parmi les *Mesodontes :* — *Hyopsodus Lemoinianus, Pantolestes Metsiacus, P. nuptus ;* — parmi les *Prosimiæ* (ou véritables *Lémuriens*):

(1) *Amer Natur., loc. cit.,* p. 73. — *Pal. Bull.,* n° 34, p. 165.

(2) *Amer. Natur.,* décembre 1881. — *A new type of Perissodactyla,* p. 1017.

(1) *Amer. Natur.* (*New Genus, of Perissodactyla Diplarthra*). p. 1018 ; — *Pal. Bull.,* p. 183.

— *Cynodontomys latidens*, voisin de *Necrolemur* et d'*Anaptomorphus*. — Vient ensuite un nouveau tableau des familles et des genres des *Creondonta*, où l'auteur place maintenant les six groupes suivants : *Arctocyonidæ, Miacidæ, Leptictidæ, Oxyœnidæ, Amblyctonidæ* et *Mesonychidæ*, qui sont caractérisés avec soin, et dont plusieurs espèces nouvelles sont décrites. — Dans les couches les plus inférieures de l'éocène du Nouveau-Mexique, les *Catathlœus Beds*, qui sont probablement contemporaines de celles de Puerco, l'auteur a trouvé un nouveau genre d'insectivores à incisives de rongeurs qu'il désigne sous le nom de *Psittacotherium* (1), et qui se rapproche des genres précédemment connus : *Anchippodus* et *Tillotherium*. Il en distingue trois espèces. — Au même gisement appartiennent les genres *Triisodon* et *Sarcothraustes*, que M. Cope range parmi les Créodontes, et deux nouveaux reptiles qu'il appelle *Champsosaurus puercensis* et *Ch. saponensis*. — Ce *Bulletin*, de plus de 50 pages, est un des plus intéressants de la série.

Parmi les autres communications de M. Cope, signalons encore celles intitulées l'une : *Notes on Creodonta* (2), — l'autre : *The Characters of the Tœniodonta* (3). Dans la première, l'auteur établit l'identité des genres *Pachyæna* et *Apterodon* (Fischer), avec le genre *Mesonyx*. Par contre, *Mesonyx navajovius* devient le type du nouveau genre *Dissacus*. Ces grands carnassiers à formes d'insectivores, de l'époque éocène, atteignaient une taille redoutable; ainsi le *Mesonyx ossifragus*, d'après les dimensions de son crâne, devait égaler les plus grands ours gris. — Un nouveau genre, *Lipodectes*, avec deux espèces (*L. penetrans* et *pelvidens*), vient se placer entre *Stypolophus* et *Didymictis*. Il appartient à l'éocène inférieur (probablement aux couches de Puerco) du Nouveau-Mexique.

M. le professeur T.-H. Huxley a publié (4) un mémoire important sur l'ostéologie des *Canidæ*, envisagée surtout au point de vue de la doctrine de l'évolution. Ce travail est accompagné de nombreuses figures sans l'aide desquelles il serait difficile de donner une analyse complète de ce mémoire. Après avoir comparé soigneusement deux types appartenant à des régions zoologiques bien distinctes, le renard (*Canis vulpes*) de la région paléarctique, et le *Canis Azaræ* de la région néotropicale (Amérique du Sud), l'auteur montre que, malgré la grande ressemblance de leurs crânes, on peut les prendre comme types de deux séries distinctes de *Canidæ*, qu'il distingue sous les noms de série *alopécoïde* et série *thooïde*.

A la série alopécoïde (dont *C. vulpes* est le type), appartiennent *Canis fulvus, C. argentatus, C. cinereo-argentatus, C. littoralis, C. niloticus, C. famelicus, C. caama, C. zerda, C. lagopus;* en un mot, c'est le type des renards.

(1) *Amer. Nat.*, 1882, p. 156; — *Pal. Bull.*, n° 34, p. 191.
(2) *Amer. Nat.*, 1881, p. 1018.
(3) *Loc. cit.*, 1882, p. 72.
(4) *On the cranial and dental characters of the Canidæ*, — *Proceed. Zool. Soc. Lond.*, 1880, p. 238.

A la série thooïde (dont *C. Azaræ* est le type), se rattachent *Canis lupus*, toutes les variétés de *C. domesticus, C. aureus, C. anthus, C. latrans, C. antarcticus, C. magellanicus* et *C. cancrivorus;* c'est le type du chien et du loup.

D'après les figures données par Gervais des formes cérébrales des *Canis simensis, C. dingo, C. sumatrensis, C. primævus, C. jubatus* et *Lycaon pictus*, ces différents types appartiendraient à la série thooïde; au contraire, le Fennec (*C. Zerda*) est un type alopécoïde.

Le genre *Otocyon* peut être considéré comme le type actuellement vivant qui se rapproche le plus de la souche commune des deux séries, et par conséquent du type primitif des *Canidæ ;* — l'*Otocyon* lui-même présente des affinités,— parmi les mammifères vivants, — à la fois avec les *Procyonidæ* (*Nasua, Procyon, Bassaris*, etc.), et avec les didelphes. Les épipubis fibreux des chiens représentent, d'après l'auteur, les *os marsupiaux* des mammifères aplacentaires, et tandis que ces os sont tout à fait rudimentaires chez le *Thylacinus* d'Australie, on les trouve au contraire très développés chez la femelle du renard du Bengale et chez celle du *Canis mesomelas*. Ce caractère, du reste, n'est pas le seul qui rapproche les Carnivores inférieurs des Marsupiaux.

Parmi les types aberrants de la famille des Canidés, l'*Icticyon* se rattache à la série thooïde, tout en ressemblant par sa dentition au type inférieur de l'*Otocyon;* — le *Nyctereutes* du Japon, du bassin de l'Amour et du Nord de la Chine, est plus intéressant encore, car il se rattache franchement, pas ses caractères, aux thooïdes inférieurs du type sud-américain, malgré la distance qui le sépare aujourd'hui de ses plus proches alliés, *Canis cancrivorus* et *C. vetulus*, ou les *Chiens Aguarras* d'Hamilton Smith.

On peut admettre dans la famille des canidés trois grands genres qui sont : *Otocyon*, ou le représentant actuel de la souche primitive des deux séries alopécoïde et thooïde; celles-ci forment deux autres genres : *Vulpes* et *Lupus*. — Dans chacun de ces derniers on peut distinguer plusieurs sections que l'auteur désigne sous les noms de sections *Lupine, Sacaline, Corsacine* et *Aguarine*, et qui sont caractérisées par leur distribution géographique.

Les alopécoïdes *Corsacs* et les thooïdes *Chacals* s'étendent, côte à côte, depuis l'Afrique australe à travers l'Asie centrale et l'Inde jusqu'aux deux Amériques; — l'*Otocyon* est confiné dans l'Afrique australe ; — les thooïdes *Aguarras* se trouvent dans l'Amérique méridionale et le nord-est de l'Asie, y compris le Japon ; — les véritables loups et les vrais renards sont tous de l'hémisphère nord; — aucun vrai renard n'existe dans l'Amérique méridionale; — enfin le sous-genre *Cuon* est remarquable par sa distribution géographique qui coïncide absolument avec celle du tigre.

L'histoire paléontologique des *Canidæ* est encore très incomplète; mais ce que l'on sait des plus anciens d'entre eux, tels que le *Cynodictis* et l'*Amphicyon*, porte l'auteur à supposer que le type primitif de cette famille devait posséder quatre molaires en haut et en bas, comme chez la sarigue (*Didelphys*). Ce type primitif devrait être plantigrade et pentadactyle, pourvu de clavicules et peut-être d'os épipubiens.

Un tel animal, s'il existait actuellement, serait probablement considéré comme un insectivore à affinités marsupiales plus ou moins marquées.

M. O.-C. Marsh (1) a présenté à l'Association scientifique de la Grande-Bretagne, réunie à York en septembre 1881, le résultat des comparaisons qu'il a pu faire entre les oiseaux à dents de l'Amérique du Nord et les vertébrés fossiles de l'ancien continent qui paraissent s'en rapprocher le plus, l'*Archœopteryx* et le *Compsognathus*. Les restes du premier sont exposés au British Museum, le second appartient au musée de Munich, et l'auteur a fait le voyage d'Europe en grande partie afin de pouvoir examiner par lui-même ces précieux débris et les comparer plus en détail avec les *Odontornithes* crétacés des États-Unis. On s'accorde aujourd'hui pour considérer l'*Archœopteryx* comme un véritable oiseau; quant au *Compsognathus*, MM. Gegenbaur et Huxley ont démontré que c'était un reptile dinosaurien.

L'*Archœopteryx* est bien certainement le plus reptilien de tous les oiseaux connus. Les dents ressemblent à celles de l'*Hesperornis*, elles semblent implantées dans une rainure, et il devait y en avoir aux deux mâchoires. Les vertèbres biconcaves ressemblent à celles de l'*Ichthyornis*, au moins dans leur forme générale; les vertèbres sacrées sont moins nombreuses que dans aucun autre oiseau. L'omoplate, l'articulation de l'os coracoïde et la fourchette sont bien d'un oiseau; le sternum, large et plat, est complètement ossifié; mais il portait probablement une carène. Quoi qu'on en ait dit, la disposition du carpe n'est pas celle des reptiles, mais rappelle ce que l'on observe chez le jeune de quelques oiseaux actuels : les métacarpiens sont distincts et il y a trois doigts, tous munis d'ongles. Ce sont bien, si l'on veut, des os de reptiles, mais qui ont déjà reçu l'empreinte de l'oiseau.

La particularité la plus intéressante est la séparation des trois os du bassin (ilium, ischium et pubis), qui sont distincts comme chez les dinosauriens et les jeunes oiseaux, tandis que chez tous les oiseaux adultes ces os sont solidement soudés ensemble. Le péroné, chez les oiseaux, est d'ordinaire incomplet par en bas ou soudé latéralement au tibia : chez l'*Archœopteryx*, le péroné a son extrémité distale placée en avant du tibia, exactement comme chez l'*Iguanodon* et les dinosauriens typiques. Les os du métatarse étaient vraisemblablement séparés ou imparfaitement soudés.

Le cerveau, d'après le moule qu'on en a pu prendre, est comparativement petit, mais semble bien celui d'un oiseau, non d'un reptile; il rappelle celui du *Laopteryx*, oiseau jurassique américain, et, comme ce dernier, il indique un type plus élevé que l'*Hesperornis*, ce qui tient probablement à ce que ce dernier était une forme aquatique, tandis que les deux oiseaux jurassiques étaient terrestres.

L'examen du *Compsognathus* ne présente pas moins d'intérêt, les dinosauriens étant considérés comme les ancêtres probables des oiseaux. Les extrémités ressemblent à celles de l'*Archœopteryx* : il y a également à la main trois doigts munis de griffes, mais les proportions des os sont différentes. Les pieds ont essentiellement la même structure; mais les vertèbres et le bassin diffèrent beaucoup.

Les oiseaux ressemblent aux dinosauriens par la présence constante d'une clavicule; c'est à tort qu'on a avancé qu'elle manquait chez ces derniers. Deux spécimens d'*Iguanodon*, au British Museum, montrent distinctement cet élément de la ceinture pectorale, que l'on retrouve chez la plupart des dinosauriens, mais qui paraît réellement manquer dans plusieurs familles de cette sous-classe des reptiles.

« Les plus proches alliés actuellement connus des oiseaux, ajoute M. Marsh, sont probablement de très petits dinosaures jurassiques d'Amérique, dont les os isolés ne peuvent être distingués de ceux des oiseaux quand le crâne est absent et qui, même sous ce rapport, présentent une étroite ressemblance avec les oiseaux. Plusieurs de ces petits dinosaures avaient probablement des habitudes arboricoles, et la différence entre eux et les oiseaux qui vivaient à la même époque devait consister surtout dans le plumage....

« Tous les oiseaux jurassiques connus sur les deux continents sont terrestres, tandis que ceux de l'époque crétacée sont aquatiques. Les quatre plus anciens oiseaux connus diffèrent plus entre eux que tous les oiseaux actuellement vivants. Ceci nous fait espérer pour l'avenir des découvertes plus importantes encore : le trias en particulier n'a pas encore fourni de traces authentiques d'oiseaux. Pour trouver les formes primitives de cette classe, il faut évidemment remonter jusqu'à l'époque paléozoïque. »

Nous avons entre les mains un volume (1), peu répandu en Europe, selon toute probabilité, le *British Burma Gazetteer*, ou, comme nous dirions en France, l'*Indicateur de la Birmanie anglaise*. C'est un gros volume in-4°, publié sous les auspices du gouvernement colonial de ce pays, et qui sort des presses du gouvernement à Rangoon, capitale du Burma britannique. Il contient les détails les plus récents et les plus précis sur l'histoire, la géologie, la botanique et la zoologie de cette région, sur laquelle le projet récent de M. F. Deloncle (2), relatif au percement d'un canal maritime à travers la presqu'île de Malacca (*Isthme de Kra*), vient d'appeler l'attention du monde savant. Il serait bien à désirer que notre colonie voisine de Cochinchine fût dotée d'un *indicateur* analogue, auquel celui-ci pourrait servir de modèle.

Laissant de côté la partie géologique et botanique qui ne rentre pas dans le cadre de cette Revue, nous dirons quelques mots de la partie zoologique de ce premier volume où les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons et les mollusques sont seuls traités.

Les mammifères sont décrits par M. H.-R. Spearman, d'a-

(1) *American Journal of Science*, novembre 1881, p. 337.

(1) *The British Burma Gazetteer*, vol. I, 1880, *compiled by Authorithy*. Rangoon, *printed at the Government Press*, 1 vol. in-4° de 720 pages).

(2) *Revue de géographie*, mars 1882.

près les travaux de Blyth et de MM. Anderson, Blanford, Dobson, etc. Cette région est remarquable par les rapports de sa faune avec celle de l'archipel de la Sonde; elle possède en propre le tapir asiatique (*Tapirus malayanus*), et pas moins de quatre espèces de rhinocéros (*Rhinoceros sondaïcus, Rh. indicus, Cerathorinus Crossii, C. sumatrensis*), ainsi qu'une forme très intéressante de dauphin d'eau douce (*Orcella fluminalis*), sur laquelle M. Anderson a donné les détails les plus complets dans ses *Anatomical and Zoological Researches* (1878). Les chauves-souris insectivores hivernent exactement comme en Europe, et le genre *Taphozous* est particulièrement remarquable par le réservoir de graisse qui s'amasse dans sa queue pour la saison d'hiver; les roussettes (*Pteropus*) sont les seules qui n'hivernent pas, aussi caractérisent-elles les régions les plus chaudes de la péninsule indo-malaise.

La liste des oiseaux dressée par M. E.-W. Oates comprend 775 espèces, c'est-à-dire une centaine de plus que l'Europe entière. On peut les diviser en quatre catégories : dans la première figurent 450 espèces qui se retrouvent dans l'Inde en deçà du Brahmapoutre, et parmi lesquelles on compte environ cent oiseaux d'eau, communs à tout l'ancien continent (Europe, Asie, Afrique), et qui sont des visiteurs d'hiver du Burma.— Dans la seconde, on compte 150 espèces malaises, ou communes à la presqu'île de Malacca et aux îles de Sumatra, Java et Bornéo, et qui ont leur limite nord dans le Burma. — La troisième comprend 50 espèces communes au Burma, à Siam et à la Chine. — La quatrième enfin, 60 espèces propres au Burma; mais on peut dire que le nombre de ces dernières diminue chaque jour à mesure que l'exploration des contrées voisines donne la preuve de l'extension de la plupart d'entre elles. — Il est remarquable que certaines espèces se retrouvent à Java (à plus de 800 milles au sud) et manquent complètement dans toute la péninsule de Malacca : tels sont *Pavo muticus, Megalurus palustris, Crypsirhina varians*, etc. Des espèces qui dans l'Inde ne se trouvent qu'au pied de l'Himalaya, à une hauteur considérable, se trouvent ici au niveau de la mer. Il faut rapprocher ces faits de ceux signalés depuis longtemps par M. H. Schlegel (1), qui distingue, dans la seule île de Sumatra trois faunes différentes dont l'une se rattache étroitement à celle de l'Himalaya. — Les espèces d'oiseaux identiques ou très voisines de celles d'Europe ne sont pas rares : telles sont les hirondelles (*Cotyle riparia, Chelidon urbica*), la chouette effraye (*Strix flammea*), le coucou, les fauvettes et les traquets (*Saxicola*), les pipits (*Anthus*) et les alouettes (*Alauda*), dont le chant rappelle celui de nos espèces d'Europe.

La variété de cette faune s'explique par la configuration physique de cette région, et surtout du Tenasserim, du Pégou et de l'Arakan, dont M. Allan Hume nous donne une description pittoresque. Peu de pays présentent une aussi grande variété d'aspects. Une heure de marche vous fait passer du tapis vert des plaines entrecoupées de rizières, aux précipices inaccessibles des montagnes granitiques; de la mer des *jungles* de bambou, aux retraites ombreuses des forêts vierges; de la riche végétation tropicale des côtes aux formes plus sévères et plus sombres du pin des montagnes. C'est une province entrecoupée d'innombrables cours d'eau, de marais et de criques interminables, de vallées tour à tour inondées et desséchées suivant la saison; traversée dans tous les sens par des chaînes complexes de montagnes hautes et petites; province sans égale d'ailleurs pour la beauté de ses fleurs et de ses fruits, où la vie des insectes éclate à chaque pas, et dont la faune ornithologique se ressent de la merveilleuse diversité des conditions physiques qui l'environnent.

La même richesse se retrouve dans la classe des reptiles dont M. W. Theobald nous donne un tableau peu rassurant pour les colons de ce pays. Quatre crocodiles, plus de 70 espèces de serpents dont un *Python* de 30 pieds de long, et une quinzaine d'espèces dont la morsure est des plus dangereuses (*Naja, Callophis, Hydrophis, Daboia*, etc.), servent, avec le tigre, à assombrir le tableau de ce paradis terrestre dont, à tort ou à raison, on a vanté la salubrité. — L'examen de cette faune herpétologique montre que deux provinces zoologiques distinctes ont leur limite commune dans le Burma : au nord, c'est la province de l'Inde péninsulaire ou cis-gangétique; au sud, la province malaise.

Les poissons sont plus intéressants encore, et les travaux de MM. Day, Mason et Beavan, sur les types d'eau douce de cette région, nous ont fait connaître une foule de particularités curieuses et dignes d'attirer l'attention des naturalistes. Pour l'ichtyologiste qui voudrait étudier toutes les transformations que peut subir l'appareil respiratoire des poissons, le Burma est une véritable terre de prédilection. Là est la patrie de l'*Anabas scandens* qui sort de l'eau et monte, dit-on, aux arbres à la recherche des insectes dont il se nourrit, du *Trichogaster fasciatus* et des *Ophiocephalidæ*, qui ont au-dessus des ouïes un réservoir d'air, et qui, plongés dans l'eau, meurent asphyxiés quand on les empêche de respirer l'oxygène atmosphérique. Le genre siluroïde *Clarias* a un appareil respiratoire accessoire attaché aux branchies, et le poisson-scorpion (*Sacchobranchus fossilis*) a un long vaisseau aérien qui s'étend à travers les muscles du dos et qui communique intérieurement avec les ouïes : c'est ce qui explique comment ces poissons peuvent vivre dans la vase.

Ces organes respiratoires paraissent étroitement adaptés à l'*estivation* qui est la conséquence forcée du régime pluvial de ce pays. Après une forte averse, on voit apparaître de nombreux poissons à des places qui étaient absolument sèches quelques heures auparavant. Des poissons vivants (*Ophiocephalus punctatus, Rhyncobdella aculeata, Amphipnous cuchia*) se trouvent enterrés à deux pieds de profondeur au-dessous de la surface sèche du sol. Les *Ophiocephalidæ*, comme nos anguilles, passent d'un étang à l'autre en se glissant dans l'herbe mouillée, et l'*Amphipnous cuchia* aime à se reposer à terre caché dans les hautes herbes : on le voit sauter à l'eau quand on en approche. Les physostomes sont nombreux dans cette région : on sait que leur vessie natatoire communique avec le pharynx par un conduit pneumatique.

(1) *Muséum d'histoire naturelle des Pays-Bas*, Simiæ, 1876, p. 31.

Lorsque ces divers poissons sont réunis dans un aquarium, la différence de leurs allures respiratoires est facile à observer : beaucoup de siluroïdes, comme le *Macrones carcio*, restent au fond de l'eau en remuant sans cesse leurs ouïes ; les *Ophiocephalidæ*, au contraire, les soulèvent à peine, mais viennent à intervalle régulier à la surface pour ouvrir la bouche et humer de l'air. Enfin les *Rhyncobdellidæ* semblent bien aussi avaler de l'air, mais on ne leur connaît pas d'appareil respiratoire spécial.

Beaucoup d'espèces marines, submarines ou d'eau douce effectuent des migrations régulières dont l'époque est réglée par les *moussons*. Remontant les rivières pour se reproduire, ces poissons pondent jusque dans les eaux des torrents des montagnes, où les jeunes restent souvent jusqu'à l'année suivante, tandis que les parents redescendent dans les rivières des plaines à mesure que l'eau baisse dans les courants des hauteurs. Les siluroïdes que l'on trouve dans ces torrents rapides sont munis, dans leur jeunesse, d'un appareil thoracique adhésif qui disparaît chez l'adulte, quand il a atteint toute sa taille, et tel qu'on le pêche dans les rivières de la plaine.

L'*Ophiocephalus striatus* construit un nid avec sa queue au milieu des plantes aquatiques du bord des rivières, et en achève la construction au moyen de brins d'herbes qu'il coupe avec sa bouche. Les œufs y sont déposés et le mâle les garde avec soin; mais, s'il est tué ou pris, la femelle prend sa place. Les petits éclos, tous deux veillent dessus avec autant de vigilance qu'une poule conduisant ses poussins; mais dès qu'ils sont assez grands, les parents les chassent, et même, dit-on, les mangent s'ils ne se dispersent pas. — Le mâle de l'*Arius burmanicus* couve ses petits dans sa bouche; on trouve jusqu'à 15 et 20 œufs à divers états de développement et même des jeunes récemment éclos dans la cavité buccale et sur les branchies ; pendant tout le temps de cette incubation il ne prend aucune nourriture ; l'intestin est constamment vide.

Les mollusques terrestres du Burma ont été bien étudiés par MM. Hanley, Theobald et Pfeiffer, aux ouvrages desquels M. Blanford emprunte les détails qu'il nous donne ici sur cette faune. Les *Gastéropodes Prosobranches* sont représentés par des formes plus nombreuses et plus variées que dans l'Inde ; plusieurs sont admirablement colorées et sculptées ; les plus grandes sont d'une taille considérable, comme les *Cyclophorus* qui ont plus de deux pouces et demi de diamètre et sont parés des plus brillantes couleurs.

Le genre *Pomatias* du sud-Europe se retrouve ici, après avoir présenté quelques types isolés dans l'Himalaya est, les montagnes au sud de l'Assam et dans l'Arakan. — A côté, on est surpris de rencontrer le genre sud-américain *Nenia* représenté par une espèce au Pégou et une autre dans le Burma supérieur.

D'après l'examen de cette faune malacologique on doit admettre que ce pays a été primitivement un archipel séparé par des bras de mer, car on trouve sur les collines crétacées de *Salween-Valley* et d'*Arakan-Valley* des espèces isolées beaucoup plus nombreuses et intéressantes que celles du pays plat qui les sépare. A une distance de quinze milles à peine, la faune est très différente sur des montagnes parfaitement semblables au point de vue géologique. Plusieurs formes sont tout à fait spéciales à cette région.

On peut distinguer dans le Burma quatre faunes malacologiques bien marquées : 1° celle de l'Arakan et du Pégou méridional qui offre des points de ressemblance avec celle de l'Assam et de l'Himalaya; 2° celle du Burma supérieur et du district de Thayet qui se rapproche de celle de l'Inde, de l'Asie centrale et de la Chine ; 3° celle des collines crétacées près de Moulmain, dont nous avons déjà parlé, et qui a quelque chose de spécial ; 4° enfin, celle du Tenasserim qui est alliée à celle de Siam et de Malacca et qui a de nombreuses connections avec l'archipel Malais.

L'intérêt que présente ce premier volume du *Burma Gazetteer* nous fait vivement désirer l'apparition du second qui sera consacré aux articulés et aux animaux inférieurs.

La classe des insectes est une de celles où les conditions biologiques extérieures varient le plus, en raison surtout des métamorphoses qui sont ici la règle. Dans presque tous les ordres on trouve des espèces qui sont aquatiques, au moins dans leur phase larvaire; beaucoup d'autres conservent les mêmes habitudes pendant tout le cours de leur vie. Mais on n'avait pas encore signalé le fait dans l'ordre des lépidoptères qui, par sa nature, semble essentiellement organisé pour une vie tout aérienne.

M. J.-Henry Comstock, professeur à *Cornell University* (États-Unis), vient de découvrir une chenille aquatique qui présente quelques particularités remarquables (1). C'est la larve d'un papillon de la famille des *Noctuidæ ;* elle est très commune dans le pétiole des feuilles du lis d'eau (nénuphar), sur le lac de Beresfort (Floride). Cette chenille se creuse un trou allant de la face supérieure de la feuille dans l'intérieur de la tige; elle le prolonge jusqu'à deux pieds au-dessous du niveau de l'eau. La plupart des feuilles en sont infestées. Cette chenille atteint 5 à 7 centimètres de long, sur un peu plus de 5 millimètres de diamètre. Les habitants des bords du lac s'en servent comme appâts pour la pêche.

Plusieurs de ces chenilles envoyées à M. R. Grote, à Washington, se transformèrent en un papillon nocturne que ce savant entomologiste rapporte à une espèce nouvelle du genre *Azarma* (*A. melanopyga*).

Une chenille semblable vit dans la tige des feuilles du nénuphar à fleur jaune (*Nuphar advena*), à Ithaca (État de New-York). Il est probable que c'est la même espèce, ce que l'éclosion du papillon viendra sans doute démontrer.

Cette chenille a neuf paires de stigmates situées à la place habituelle, sauf la dernière. Le diamètre dorso-ventral du dernier segment est beaucoup plus court que celui des autres, comme si la moitié dorsale de ce segment avait été enlevée. Les stigmates de l'avant-dernier segment sont situés dans la partie dorsale de ce segment qui, d'après la forme du dernier

(1) *Papilio, Organ of the New-York Entomological Club*, vol. I, n° 9, octobre 1881, p. 147.

anneau, se trouve libre. Ces deux stigmates sont plus grands que les autres, et sans aucun doute, ce sont ceux qui servent le plus à la chenille quand elle est dans son trou. Cette disposition rappelle ce que l'on observe chez beaucoup de larves de diptères vivant dans l'eau ou dans les matières en décomposition. Ces chenilles restent souvent enfoncées dans leur trou, l'extrémité caudale de leur corps sortant seule de l'eau, ce qui prouve bien l'usage des stigmates postérieurs et leur rôle prépondérant dans la respiration. Elles peuvent néanmoins descendre au-dessous de la surface de l'eau et y rester *volontairement* une demi-heure, sinon plus. Les trachées sont, du reste, inusuellement larges; peut-être servent-elles de réservoir d'air quand l'insecte est sous l'eau. Ces larves passent facilement d'une feuille à l'autre en nageant à la surface, avec des mouvements analogues à ceux des serpents d'eau.

Le papillon qui sort de cette chenille (*Arzama melanopyga*) est voisin de l'*Arzama vulnifica* plus anciennement connu.

On a déjà rendu compte, ici même (1), d'un travail de M. Walcott sur l'organisation des trilobites. Les roches silurienne et devonienne, où se sont fossilisés ces animaux, présentent en Amérique une texture beaucoup plus fine qu'en Europe, ce qui facilite singulièrement l'étude des restes fossiles qu'elles nous ont conservés. Aujourd'hui nous avons à signaler un nouveau travail de M. S.-W. FORD sur les métamorphoses des trilobites (2).

Dans son magnifique ouvrage sur les couches siluriennes de Bohême, Barrande avait déjà décrit et figuré les métamorphoses du *Trinucleus concentricus* et du *Sao hirsuta*. M. Ford a découvert des métamorphoses analogues dans d'autres genres, et ses observations nécessiteront probablement une revision complète du groupe des trilobites.

Le genre américain *Olenellus*, voisin des *Paradoxides*, n'est pas rare dans les couches siluriennes de Troy (État de New-York). L'auteur a pu suivre, sur de nombreux exemplaires bien conservés, le développement de l'*Olenellus asaphoïdes* qui se présente sous deux formes distinctes, que M. Ford nomme *type macropleural* et *type brachypleural*, mais qui ne sont que des âges différents d'une même espèce, car on trouve tous les intermédiaires de forme et de taille.

Dans son premier âge, l'*O. asaphoïdes* présente le type macropleural caractérisé par l'allongement de l'appendice des *plèvres* du troisième anneau thoracique, qui forme de chaque côté une de ces longues épines dirigées en arrière si communes chez les trilobites. En outre, à la tête (ou céphalothorax), la *joue fixe* se termine également en arrière par une épine. Or, ce sont là, d'après l'auteur, des caractères larvaires ou embryonnaires, et que l'on trouve chez les *O. Thompsoni*, *O. Vermontanus* et *O. Gilberti*. Au contraire, dans l'*O. asaphoïdes* adulte, tous les appendices des *plèvres* se suivent en formant une série régulière et graduée, et le troisième ne dépasse pas les autres; enfin les épines des joues fixes ont disparu; il ne reste plus que celles des *joues mobiles* qui terminent de chaque côté, en arrière, le bouclier céphalique : c'est là le type brachypleural ou à *plèvres* courtes. Entre ces deux types on trouve tous les intermédiaires, et l'on voit les épines s'atrophier peu à peu à mesure que l'animal grandit. — La conséquence de ce fait, c'est que l'*Olenellus asaphoïdes*, dans sa forme adulte, peut être considéré comme un type supérieur à celui de ses congénères macropleuraux.

On ne sait pas encore si des métamorphoses analogues existent dans le genre *Paradoxides*. La preuve directe fait jusqu'ici défaut, mais de nombreux indices portent M. Ford à l'admettre. Ainsi la petite taille et les nombreuses épines pleurales du *Parad. pusillus* ne permettent guère de douter que ce ne soit une forme embryonnaire : on peut supposer également que le *P. spinosus* (type macropleural) est le jeune du *P. Tessini* (brachypleural).

Un autre caractère embryonnaire des *Olenellus*, c'est la forme du bord postérieur de la joue qui est oblique comme chez les *Paradoxides*, tandis que dans l'*Olenellus* adulte ce bord est droit et transversal. Ce dernier caractère coïncide avec celui de la soudure de la joue mobile. Au contraire, chez les *Olenellus* du type embryonnaire, comme chez les *Paradoxides*, la grande suture qui sépare les deux joues est toujours bien visible. Sous ce rapport, le *P. Kjerulfi* de Suède ferait exception, et c'est ce qui a porté M. Linnarson à rapprocher ces deux genres et même à placer cette dernière espèce dans le genre *Olenellus*.

En tenant compte de tous ces faits, M. Ford est amené à penser qu'il a pu exister entre ces différents types une relation plus étroite que celle d'ordre, de famille ou même de genre qu'on leur a seule supposée jusqu'ici. Les *Paradoxides* peuvent avoir été la forme ancestrale des *Olenellus*; quant aux *Paradoxides* eux-mêmes, leur type ancestral serait le genre encore plus ancien *Hydrocephalus*, que l'on trouve généralement sans ses joues mobiles, dont par conséquent on connaît mal la forme, mais qui présente à un haut degré les caractères du type macropleural (*Hydr. saturnoïdes*, *H. Carens*).

En Europe, les genres *Paradoxides*, *Anopolenus* et enfin *Olenus* se succèdent régulièrement dans les couches géologiques; de même en Amérique, les G. *Paradoxides*, *Olenellus*, puis les types olénoïdes des États de l'Ouest se suivent dans l'ordre indiqué, et l'on est en droit de supposer que la succession généalogique coïncide ici avec l'ordre stratigraphique.

(1) *Revue scientifique*, 18 juin 1881, p. 795.

(2) *On additional embryonic Forms of Trilobites* (*American Journal of Science*, octobre 1881, p. 250-259), avec figures.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 20 MARS 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* continue ses travaux sur les doubles décompositions des sels haloïdes du mercure et en tire ses conclusions qui sont au nombre de sept; elles traduisent jusque dans les derniers détails, et avec le contrôle précis des résultats numériques, l'étude des doubles décompositions des sels mercuriques; elles écartent toute hypothèse de coefficients affinitaires spécifiques, et elles sont conformes de tous points aux principes établis dans l'*Essai de mécanique chimique* de l'auteur.

— M. *de Gasparin* présente une note sur l'emploi des superphosphates sur les sols calcaires du sud-est de la France.

L'expérience a déjà démontré aux paysans que l'emploi des superphosphates était inefficace dans les terres soumises au labour, ce qui est d'accord avec la théorie qui indique une neutralisation rapide dans les sols calcaires. Les arrosages abondants ou de grandes pluies qui suivent l'application de l'engrais en détruisent également l'efficacité, en lavant et entraînant les sels solubles. Mais l'application des superphosphates, à la dose de 700 à 800 kilogrammes par hectare, à des prairies naturelles ou artificielles, répandus à la volée, et suivie d'une très petite pluie, ou plus simplement de rosées, condition facile à prévoir, augmente le rendement en fourrages d'une quantité dont la valeur est très supérieure au prix de l'engrais.

L'auteur tend à croire que les effets agricoles observés sont dus à l'acide phosphorique trihydraté qui, par la manière dont il est empâté, sous l'influence d'une faible dose d'humidité superficielle, se répartit uniformément sur la surface de la prairie et entre immédiatement en activité.

— M. *L. Troost* a obtenu de nouvelles combinaisons de l'acide azotique et de l'acide avec l'ammoniaque.

La première combinaison contient 5 équivalents de gaz ammoniac pour 2 équivalents d'acide azotique. Cet azotate ammoniacal est solide aux températures inférieures à — 22°. Il fond lentement à cette température en un liquide très mobile. Pendant sa fusion, on distingue les minces lamelles rhomboïdales, dont l'enchevêtrement constituait la masse solide. Le sel liquéfié est susceptible de surfusion. En effet, si l'on abaisse rapidement sa température, il devient visqueux et se solidifie, seulement vers — 30°, en une masse translucide feuilletée.

La formule de cet azotate, rapportée, comme celle de l'azotate d'ammoniaque ordinaire, à l'équivalent d'acide azotique, est $AzO^5HO, AzH^3 + 3/2\,AzH^3$.

Outre ce premier composé, quelques déterminations des tensions du gaz ammoniac semblent indiquer l'existence d'un autre azotate dont la formule serait



$$AzO^5HO,\ AzH^3 + 3\ AzH^3;$$

mais la difficulté de maintenir longtemps constantes de très basses températures ne permet pas de donner pour les tensions des nombres définitifs. Ce composé ne se solidifie pas à — 55°.

Quant aux combinaisons de l'acide acétique avec l'ammoniaque, la première a pour formule $C^4H^4O^4, AzH^3 + 3\,AzH^3$. Elle fond vers — 18° et peut rester en surfusion jusque vers — 40°.

La seconde a pour formule $C^4H^4O^4, AzH^3 + 6\,AzH^3$. Elle fond vers — 32°. Elle est susceptible de surfusion et ne se solidifie plus que vers — 50°.

— M. *A. Ditte* a étudié l'action des dissolutions acides sur le protoxyde d'étain et il est arrivé à conclure que, vis-à-vis de l'oxyde d'étain, les acides se divisent en deux groupes : 1° les uns donnent avec cet oxyde des sels entièrement décomposables par l'eau bouillante, et détermineront sa transformation en oxyde cristallisé à la suite de réactions successives, comme on l'a précédemment expliqué; leurs sels, décomposables par l'eau, en donnant de l'acide libre, se comporteront absolument comme ces acides eux-mêmes et, comme eux, ils provoqueront la cristallisation de l'oxyde d'étain; 2° les autres, formant avec cet oxyde des sels indécomposables par l'eau, ou décomposables par ce liquide, en donnant un sous-sel que l'eau ne détruit pas, ne donneront pas lieu à ces réactions successives, et jamais l'hydrate d'étain ne deviendra oxyde anhydre et cristallisé sous leur influence.

— M. *Maquenne* présente une note sur l'action de l'ozone sur les sels de manganèse.

Il obtient des réactions avec le sulfate de manganèse, l'azotate de manganèse, le chlorure de manganèse et l'acétate de manganèse; et il conclut que la précipitation des sels manganeux par l'ozone peut être considérée comme le résultat d'une action secondaire qui s'exerce entre le sel non encore transformé et l'acide permanganique produit par l'oxydation immédiate.

— M. *Joannis* mesure la chaleur de formation de l'acide sulfocyanique et de quelques sulfocyanates qui sont l'acide sulfocyanique, le sulfocyanate de soude, le sulfocyanate d'ammoniaque, le sulfocyanate d'argent, le sulfocyanate de plomb et le sulfocyanate de mercure.

Si l'on compare les chaleurs de formation des sulfocyanates depuis les éléments, on trouve qu'elles sont intermédiaires entre les chaleurs de formation des iodures et des bromures correspondants.

— M. *F. Jean* s'occupe de la clarification des moûts destinés à la fabrication du vin de Champagne.

Pour résoudre ce problème, il faut déterminer :

La dose de tannin qui sera insolubilisée par les matières albuminoïdes ;

La dose de tannin nécessaire pour précipiter la totalité de la gélatine apportée par le collage.

Pour effectuer ces déterminations, il a eu recours à la méthode qu'il a indiquée pour le titrage des matières astringentes, c'est-à-dire à l'emploi d'une solution d'iode titrée.

— MM. *Ed. Heckel* et *Fr. Schlagdenhauffen* ont analysé la noix de Kola, ou Gourou, ou Ombéné (graines de *Sterculia acuminata*, Pal. de Beauvois).

Cette analyse montre : 1° que les noix de kola sont plus riches en caféine que les cafés les plus estimés et que cette base y est en totalité renfermée à l'état libre, non combinée, comme dans le café, à un acide organique; 2° qu'elles renferment une quantité très appréciable de théobromine, qui vient accroître les propriétés de la caféine et agit synergiquement avec ce principe actif; 3°, c'est là un fait important, qu'elles contiennent une quantité notable de glucose, dont le cacao ne présente aucune trace; 4° que la quantité d'amidon y est triple de celle contenue dans les graines de *Theobroma*, ce qui explique sa valeur nutritive; 5° que la matière

grasse y est peu abondante, contrairement à ce que l'on a constaté dans le cacao; 6° qu'il y existe un tannin spécial, qui se rapproche de l'acide cafétannique, et une matière colorante rouge (rouge de kola) très voisine de celle dénommée par Payen rouge de cacao. L'examen physiologique a montré que cette substance agit uniquement par la caféine et la théobromine qu'elle renferme.

Ce produit, déjà employé en Afrique contre les affections de l'intestin, du foie, et contre l'atonie des voies digestives, comme masticatoire tonique semblable à la noix d'Arec, si appréciée par les Indiens, pourrait occuper, en matière médicale, un rang distingué à côté de la coca et des autres antidéperditifs, sur lesquels il a la supériorité de renfermer une quantité notable de tannin, qui lui donne des propriétés astringentes précieuses.

Physique. — MM. *J. Macé de Lépinay* et *W. Nicati* établissent la relation entre la loi de Bouguer-Masson et le phénomène de Purkinje.

La loi de Bouguer-Masson s'applique, du moins dans les limites des expériences, à chacune des radiations simples du spectre.

La constante $\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{1}{n}$ reste la même, aux erreurs près d'observation, pour toutes les radiations de longueur d'onde plus grande que $\lambda = 5,12 \times 10^{-7}$ environ; mais, à partir de là, elle augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche davantage du violet.

— M. *L. Troost* envoie ses observations, à propos d'une note récente de M. *Violle*, sur la température d'ébullition du zinc.

L'auteur fait remarquer que dans un travail antérieur la moyenne de vingt-sept déterminations, effectuée dans un creuset de plombagine contenant de 14 à 17 kilogrammes de métal, lui donnait 942° pour le point d'ébullition du zinc du commerce, redistillé, de manière à le séparer de la plus grande partie du cadmium et du plomb qu'il contient. M. Ed. Becquerel trouvait 932° pour le point d'ébullition du zinc pur.

Astronomie. — M. *Faye* donne la lecture d'une lettre de *N. Fuss* sur les grands objectifs, trouvés par M. *Truchot* dans les papiers du conventionnel Romme.

— M. *G. Bigourdan* : Observations des planètes [221] et [223], faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).

Météorologie. — M. *A. Blavier* trouve une théorie explicative du régime climatologique observé en France sur le littoral océanien depuis 1880, et de la disparition de la sardine sur ce littoral depuis la même époque.

La cause de cette coïncidence ne serait autre que le déplacement du grand courant océanien d'eaux chaudes, le Gulf-Stream, dont l'influence prépondérante sur le régime climatologique du versant de l'Europe est aujourd'hui parfaitement reconnue.... Les sardines, dans leur migration régulière, suivraient exactement le lit de ce courant dérivé du Gulf-Stream, connu sous le nom de *Rennel*, et c'est précisément parce que le Rennel a dû disparaître depuis l'hiver 1879-1880 que les sardines elles-mêmes ont pris une autre voie dans l'Océan, pour accomplir leur évolution naturelle.

— M. *H. Viguier* compare les hauteurs barométriques du 17 janvier 1882 et de l'année 1821, dans le midi de la France.

La grande hauteur barométrique mesurée à l'Observatoire de Paris en 1821, et que M. Renou a rapprochée de celle du 17 janvier dernier, a été étudiée par plusieurs savants météorologistes méridionaux, et en particulier par Gergonne et d'Hombres-Firmas.

Mécanique. — M. *Marchal* : Sur l'action de déformation du choc, comparée à celle d'un effort continu.

— M. *B. Abdank Abakanowicz* : Sur l'intégration mécanique.

Mathématiques. — M. *Laguerre* : Sur les hypercycles.

M. *Hermite* : Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques.

— M. *Mittag-Leffler* : Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

Physiologie. — M. *P. Bert* détermine la richesse en hémoglobine du sang des animaux vivant sur les hauts lieux.

Le sang des animaux originaires des hauts lieux, et même celui des animaux acclimatés, présente une capacité d'absorption pour l'oxygène bien supérieure à celle du sang des animaux vivant au niveau de la mer. Les premiers ont donc là, pour fournir aux dépenses régulières de la vie et même aux travaux musculaires qui peuvent leur être imposés, un magasin beaucoup plus riche que celui des animaux nouvellement transportés dans les hautes régions. Il n'est donc pas étonnant qu'ils échappent aux accidents qui frappent ces derniers.

Il faudrait, pour infirmer cette conclusion, que la quantité du sang lui-même fût beaucoup moindre, ce qui est fort invraisemblable et n'a été signalé par aucun observateur.

— M. *Duclaux* étudie la digestion pancréatique.

La viande crue se transforme peu à peu en pulpe alimentaire qui ressemble en ceci à celle que fournit le suc gastrique : c'est qu'il n'y a jamais dissolution complète. Les éléments qui résistent sont trop petits et trop indistincts pour qu'on voie à quoi ils se rattachaient histologiquement. Mais ce qui est important, c'est que le suc pancréatique n'est pas plus capable que le suc gastrique de digérer indifféremment les diverses matières albuminoïdes.

Zoologie. — M. *Huet* a trouvé l'existence d'organes segmentaires chez certains crustacés isopodes.

Ce sont donc des glandes unicellulaires agglomérées. Cette disposition se trouve chez la plupart des isopodes terrestres. *Porcellio scaber, Oniscus murarius*, armadille, lygidie. Le *Porcellio pictus* n'a que des glandes caudales. On ne le retrouve sur aucun isopode aquatique : ni chez la *Lygia oceanica*, qui, par là encore, se rapproche des isopodes marins, ni dans les anilocres ni chez les idotées, ni sur l'*Asellus aquaticus*.

— M. *L. Vaillant* décrit les *Macroscincus Coctei* D. B., récemment arrivés à la ménagerie du Muséum d'histoire naturelle.

Les plus grands atteignent une longueur de près de 0m,60; ces animaux diffèrent de la plupart des autres lépidosaures par leurs écailles plus petites, moins brillantes, et leur peau plus lâche, celle-ci formant deux plis longitudinaux plus ou

moins nets à la jonction du dos avec les flancs. Les pattes sont proportionnellement développées, ainsi que les doigts, les ongles longs et crochus. Les macroscinques grimpent avec une certaine agilité le long des rochers sur cet îlot abrupte, qui s'élève à une hauteur d'au moins 480 mètres, sur une longueur d'un mille à un mille et demi environ; ils ne sortent que le soir, et, en effet, depuis leur arrivée à la ménagerie, ces sauriens restent cachés sous les abris la plus grande partie du jour.

Minéralogie. — MM. *A. Michel Lévy* et *L. Bourgeois* présentent une note sur les formes cristallines de la zircone et sur les déductions à en tirer pour la détermination qualitative du zircon.

Ces cristaux se présentent sous deux aspects, suivant la température et la quantité de carbonate de soude employé. Quand on opère avec un poids de carbonate de soude égal à dix fois celui du zircon et qu'on porte le mélange au rouge blanc pendant cinq minutes, si la quantité de zircon employé ne dépasse pas 0gr,01, il se forme surtout des agrégations cristallines rectangulaires. Leur type le plus parfait consiste en association de six cristaux, groupés suivant les axes quaternaires d'un cube : chaque élément est un petit prisme transparent à pointement terminal d'environ 72°.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Bulletin du comité géologique italien (1881-82, nos 1 et 2). — *Mémoires originaux. Lotti* et *Zaccagna* : Compte rendu de la session géologique de la région centrale des Alpes appiennes. — *Canavari* et *E. Corteze* : Terrains secondaires des environs de Tivoli. — *A. Manzoni* : Sur l'âge miocène du macigno; unité du miocène bolonais. — *A. Cossa* : Sur une roche serpentineuse de l'Apennin.

— Nos 3 et 4. — *Mémoires originaux. Lotti* : Sur un pli avec renversement dans les strates paléozoiques et triasiques entre Corchia et la Pania della Croce, près de Mosceta. — *Fr. Salmojraghi* : Notes géologiques sur l'Apennin entre Naples et Foggia. — *N. Giorgi* : Notes géologiques sur la vallée de Metauro (province de Pesaro). — *Al. Cossa* et *Ettore Mattirolo* : Études minéralogiques au sujet de quelques roches siluriennes de Sardaigne (territoire de Sylesias). — Le professeur *Silvestri* : Pluie de poussière météorique observée à Catane, le 26 et le 27 mars 1881.

— Nos 5 et 6. — *Mémoires originaux. Cosimo de Giorgi* : Notes stratigraphiques et géologiques sur la région comprise entre Fasano et Otranto. — *Fr. Salmojraghi* : Appoints géologiques sur l'Apennin entre Naples et Foggia (suite et fin). — Le professeur *Alphonso Cossa* : Sur les serpentines de Monteferrato (Prato.)

— Nos 7 et 8. — *Mémoires originaux. Bomemann* : Trias dans la partie méridionale de la Sardaigne. — *G. Capacci* : La formation ophiolitique de Monteferrato (Prato). — *Mazzuoli* et *Essel* : Études faites sur les gisements ophiolitiques dans le parcours de la rivière du Levant (Ligurie). — *Del Prato* : Sur un calcaire à bivalves de l'Apennin de Parme.

— Nos 9 et 10. — Congrès international de géologie, deuxième session tenue à Bologne. — *Mémoires originaux. B. Lotti* : Le double pli d'Arni, avec une coupe transversale des Alpes appiennes. — *R. Meli* : Notes et observations sur les restes organiques trouvés dans les tufs leucitiques de la province de Rome. — *N. Pelleti* : Étude sur la formation ophiolitique de l'Italie. — *A. Del Prato* : Sur une argile scaglieuse de l'Apennin de Parme.

— Nos 11 et 12. — *Mémoires originaux. D. Zaccagna* : Une excursion dans la région marmoréenne de Carrare. — *L. Cortese* : Sur la constitution géologique de l'île de Lipari. — *E. Fœrstner* : Notes préliminaires sur la géologie de l'île de Pantelleria. — *L. Bucca* : Appoints géologiques sur la montagne de Gargano, dans la province de Capitanata. — *Corsi* : Note sur la minéralogie italienne. — Le professeur *O. Silvestri* : Analyse chimique d'une inclusion liquide dans un cristal de soufre, provenant d'une solfatare de Sicile. — Sur la présence de la paraffine cristallisée à l'état naturel dans une géode des laves de l'Etna.

CHRONIQUE

Faculté de médecine de Paris. — M. Vulpian a été nommé doyen honoraire de la Faculté de médecine de Paris.

— Association française pour l'avancement des sciences. — L'Association française pour l'avancement des sciences tiendra définitivement sa session à la Rochelle, du 24 au 31 août. L'organisation de ce congrès se prépare activement et le comité local est ainsi constitué :

Membres honoraires.

MM. le préfet de la Charente-Inférieure; l'amiral Véron, préfet maritime; le général Lucas; Bethmont, premier président de la Cour des comptes, président du conseil général; Barbedette, député, vice-président du conseil général; Mestreau, député, vice-président du conseil général; Dumorisson, secrétaire général; Mesnard, sous-préfet de l'arrondissement de Marennes; Fourgous, sous-préfet de l'arrondissement de Saint-Jean-d'Angély; Cavé-Esgaris, sous-préfet de l'arrondissement de Rochefort; Maréchal, sous-préfet de l'arrondissement de Jonzac; Chaignet, recteur de l'Académie de Poitiers; Frémy, inspecteur d'académie; Lamirande, président du tribunal civil; Romieux, président du tribunal de commerce; Morch, président de la chambre de commerce; de Deaugé, ingénieur en chef; Potel, ingénieur en chef; Faye, inspecteur principal des chemins de fer de l'État; Anatole Lemercier, maire de Saintes; Joseph Lair, maire de Saint-Jean-d'Angély.

Bureau.

MM. Dor, maire de la Rochelle, président; Beltremieux, Édouard, 1er vice-président; docteur Drouineau, Gustave, 2e vice-président; Gallot, Ernest, secrétaire général; Musset, Georges, secrétaire; Couneau, Émile, trésorier.

Membres.

MM. le colonel Vivier, adjoint; docteur Barthe, adjoint; Lusson, professeur; Dupuy, professeur; docteur Toutant, vice-président de la Société de géographie; Eugène Meyer fils; Henri Bonneau, ingénieur des ponts et chaussées; docteur David; docteur Brard; Menut; Maurice Pillot; Julien Delmas; Nivet; Antony Ledoux; Charles Basset; Bernard, contrôleur des contributions directes; Bernard, percepteur à Saint-Martin-de-Ré; Alcide Groc; Eugène Siret; Alfred Vivier; Meschinet de Richemond, archiviste départemental; Bertagne, proviseur du lycée; Fleury, président de la Société d'horticulture; Godet, secrétaire de la Société d'horticulture; Thurninger, ingénieur des ponts et chaussées; Fèvre, inspecteur primaire; Condamy, pharmacien; Bouscasse, directeur de la Ferme-école de Puilboreau; docteur Maisonneuve, de Rochefort; docteur Duplouy, de Rochefort; Delavaud, de Rochefort; Allain-Allard, de Rochefort; Boisellier, de Rochefort; docteur Bourru, de Rochefort; docteur Léon, de Rochefort; Parat, de Rochefort; docteur des Mesnards, de Saintes; Manuel Garcia, de Saintes; Paul Brunaud, avoué à Saintes; Maufras, notaire à Pons; Bargeaud, percepteur à Saint-Genis; docteur Geay, au Gua; Mousnier, pharmacien à Saujon; Auguste Périer, courtier à la Rochelle; docteur Savatier, à Beauvais-sous-Matha; Foucand, instituteur au Breuil-Magné; Meigné, directeur de l'usine à gaz de Saintes; docteur Combes, à Pons; Boutry-Lafrenay, receveur des postes à la Rochelle; de Martimprey, sous-inspecteur des eaux et forêts.

Les adhésions sont dès à présent reçues à Paris, au siège de l'association, 4, rue Antoine-Dubois (place de l'École-de-Médecine), et à la Rochelle, chez M. Callot, secrétaire général du comité local, rue Réaumur, auquel on peut aussi adresser toutes les demandes de renseignements concernant le congrès.

M. Jousset de Bellesme, professeur de physiologie à l'École de médecine de Nantes, président de la section de zoologie pour 1882, a adressé la lettre suivante aux zoologistes qui font partie de l'Association française pour l'avancement des sciences :

La section de zoologie vous sera très reconnaissante si vous voulez bien lui apporter le résultat de vos travaux et concourir ainsi à l'avancement des sciences françaises.

On ne peut se dissimuler qu'après avoir traversé une longue période très critique, la zoologie semble reprendre aujourd'hui en

France un essor nouveau. Une très large part revient à la province et en particulier à l'École de Lille dans cette renaissance, mais l'Association française n'y est pas étrangère.

Née au lendemain de la guerre, issue d'un élan de patriotisme qui puisait son énergie dans le spectacle de notre profonde décadence, elle s'est donné pour mission de créer un lien entre tous les savants français et de mettre en relief les consciencieux efforts de ces travailleurs des départements qui n'ont de préoccupation que pour les intérêts de la science.

En même temps, elle réagissait contre la centralisation sans limites que l'empire avait organisée et créait à côté de la science officielle un foyer scientifique ouvert à toutes les doctrines, à toutes les discussions comme à tous les progrès, exempt de férule ou d'esprit pédagogique, animé seulement de la passion de l'indépendance et de la libre recherche.

Telles sont les causes qui ont fait prospérer notre Association. Le volume qu'elle publie chaque année est un faisceau qui embrasse toutes les forces vives du pays et met en lumière tout ce qu'il y a d'intéressant et d'utile pour la science dans les études locales. Ce livre est véritablement l'expression de la science française.

Quelques questions importantes qui seront agitées au congrès de la Rochelle méritent dès maintenant de fixer votre attention.

L'ostréiculture tend à prendre de jour en jour sur nos côtes une plus grande extension. Nulle part cette branche industrielle de la zoologie ne s'est développée avec autant de succès que dans le département de la Charente-Inférieure. Des études spéciales ont été faites par les docteurs Battandier à Marennes, Kemmerer à l'île de Ré et par M. Montaugé à la Rochelle, sur le développement et la reproduction de l'huître, les différentes méthodes d'élevage, l'installation des parcs, les conditions de mi lieu, etc., etc. Ces questions, dont le simple énoncé montre tout l'intérêt, donneront donc lieu à d'importantes communications et à des discussions des plus profitables, qui seront suivies de visites dans les principaux parcs à huîtres de la côte rochelloise. Le très curieux établissement de myticulture d'Ernande fera aussi l'objet d'une excursion.

Je signale une autre question toute locale heureusement, mais qui intéressera vivement les zoologistes, celle des termites. Beaucoup de naturalistes n'ont jamais vu ces animaux vivants; ils auront là l'occasion de les observer dans leurs termitières à Rochefort et dans certains quartiers de la Rochelle.

Les collections d'Alcide d'Orbigny ont été léguées à la Rochelle; celles de M. Beltremieux, de MM. Basset, Boisselier, Fleurian, du docteur Sabatier et le musée Lafaille seront l'objet, pour les naturalistes, paléontologistes, ornithologistes, d'un examen plein d'intérêt, attendu que quelques-unes, celle de M. Fleurian entre autres, renferment tous les spécimens de la faune locale de la Charente-Inférieure.

J'ai remarqué dans les précédents congrès que maintes fois les zoologistes avaient manifesté le désir d'avoir, en dehors des excursions générales, des excursions spéciales destinées à leur faire connaître les points les plus intéressants de la faune locale. Pour répondre à ce *desideratum*, j'ai l'intention d'organiser, avec le concours de M. Beltremieux, directeur du Jardin des plantes de la Rochelle, quelques promenades en mer auquelles seront admis les membres de la section de zoologie et qui leur permettront d'étudier la faune maritime de cette partie du littoral, au moyen de dragages. M. le professeur A. Girard, qui possède une connaissance approfondie de ces animaux, a bien voulu consentir à diriger ces excursions.

Enfin, MM. Beltremieux, Boisselier et Basset ont l'obligeance de mettre à la disposition des membres de la section leur connaissance de la géologie locale pour les guider à la recherche des roches, minéraux et fossiles dans les gisements les plus importants du département.

Je vous prierai, monsieur, aussitôt que vous serez fixé sur les travaux que vous pourrez présenter au congrès, de m'en communiquer le titre exact, afin qu'on puisse, avant le mois de juillet prochain, en dresser la liste et l'adresser, selon la coutume, aux membres du congrès.

— Faculté des sciences de Paris. — Aujourd'hui samedi 1er avril, à neuf heures, dans la salle des examens, M. Bürcker soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Synthèse d'acides, d'acétones, d'aldéhydes et de glycols dans la série aromatique.

— Le jeudi 6 avril, à neuf heures et demie, dans la salle des examens, M. Guignard soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles, une thèse ayant pour sujet : Recherches anatomiques et physiologiques de l'embryogénie des légumineuses.

— École d'architecture. — A l'École spéciale d'architecture commencent les inscriptions des candidats pour la prochaine session d'examens. S'adresser, pour avoir le programme détaillé des connaissances exigées à l'admission, au siège de l'École, à Paris, 136, boulevard Montparnasse, où ce programme se délivre ou est envoyé gratuitement quand il est demandé par lettre.

— **Le port d'Anvers en 1880. — Nous détachons d'une conférence** récente faite à Boulogne-sur-Mer par M. Farjon, vice-président de la Société de géographie de cette ville, les données ci-après qui permettent de mesurer le développement du port d'Anvers.

La surface totale des bassins intérieurs du port d'Anvers est de 40 hectares; le développement des quais et estacades est de 4000 mètres; celui des talus accostables, de 2500.

Le bassin du Kattendyck vient d'être prolongé sur une longueur de 750 mètres, et ce prolongement sera incessamment livré au commerce. D'autres bassins sont projetés dans la direction de la citadelle du Nord, dont la ville sollicite le déplacement.

On compte que, dans un port bien outillé, il faut une cale sèche pour 8 à 900 navires fréquentant le port : aussi les trois anciennes cales sont devenues insuffisantes pour le mouvement d'Anvers, et l'administration municipale vient d'en faire établir trois nouvelles qui communiquent avec le Kattendyck prolongé, et dont les travaux sont à peu près terminés : ces cales seront desservies par les mêmes machines d'épuisement que les anciennes; la force totale de ces machines est de 200 chevaux.

Au centre des bassins, près du Kattendyck, s'élève un bâtiment contenant une machine à vapeur de la force de 150 chevaux, servant à comprimer l'eau à la pression de 50 atmosphères sous un *accumulateur*. Celui-ci communique par des tuyaux résistants et étanches avec tous les appareils de manœuvre du port, grues, cabestans, écluses, ponts tournants, etc. En chaque point on a instantanément, par la simple ouverture d'un robinet, la force dont on a besoin, et on la dépense seulement pendant le temps où elle est nécessaire.

C'est sir William Armstrong qui a créé la machinerie hydraulique d'Anvers en 1877. La dépense a été d'environ 800 000 francs.

Parmi ces appareils, il faut citer une digue de 120 tonnes. *La force* hydraulique pourvoit à tout sur le port d'Anvers; c'est encore elle qui met en mouvement les moteurs chargés de pourvoir à *l'éclairage* électrique.

Au sud des bassins de la Campine et du canal s'étend la vaste gare maritime où viennent aboutir les voies ferrées contournant les bassins et où s'opère la manutention des wagons; elle communique avec la gare de Stuyvenherg, réservée au triage et au trafic local. La grande halle de la gare principale n'a pas moins de 200 mètres sur 70; dans ces gares se trouvent une cinquantaine de grues, dont la force varie de 1000 à 10 000 kilogrammes, et qui, comme les cabestans, sont mues par la force hydraulique; l'éclairage se fait par l'électricité.

On estime que le mouvement quotidien sur le port d'Anvers ne comporte pas moins de 2500 wagons en moyenne. Les deux gares réunies couvrent une surface de 31 hectares et présentent un développement de voies de 65 kilomètres.

Les quais, le long du fleuve, ont actuellement un développement de 2170 mètres. Ces quais sont en général assez étroits, mais ils vont être remplacés par une ligne de quais en maçonnerie, sur une longueur de 3500 mètres, s'avançant dans le fleuve, de façon à permettre à toute heure de marée l'accostage aux navires calant 7 à 8 mètres. Ces quais régulariseront la rive du fleuve, dont la largeur, au droit d'Anvers, varie de 300 à 500 mètres; ils serviront aussi à maintenir la profondeur du lit, qu'on entretiendra par des dragages. La construction de ces quais constitue un des plus beaux problèmes de génie civil qu'il ait été donné aux ingénieurs de résoudre. Le projet, y compris la construction de bassins de batelage au sud de la ville, a été mis au concours et adjugé en 1877 à deux entrepreneurs français, MM. Couvreux et Hersent, ceux-là même qui viennent de se charger des travaux du percement de l'isthme de Panama. C'est l'État qui fait exécuter ces travaux; ils coûteront 40 millions, qui seront couverts et amortis ultérieurement par une part dans les recettes de l'exploitation confiée à la ville.

A proximité des bassins de batelage, l'État a établi une nouvelle gare, dite gare du Sud, d'une surface de 20 hectares, reliée comme celle du Nord avec le réseau des voies ferrées belges.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [370]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 14 8 AVRIL 1882

BOTANIQUE

FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

COURS DE M. ÉD. HECKEL

Structure et développement de l'amidon.

De toutes les substances déposées à l'état solide dans les cellules végétales, la plus importante certainement, au point de vue du développement de la plante, est celle que l'on désigne sous le nom d'amidon ou de fécule, qui, en raison du rôle qu'elle joue dans l'alimentation de l'homme, a dû attirer de bonne heure l'attention des observateurs.

L'amidon est un des premiers principes formés par l'action de la synthèse chlorophyllienne; c'est ce corps qui constitue dans le laboratoire cellulaire la réserve la plus répandue dans le règne végétal de matériaux destinés à être utilisés au moment favorable, et à revêtir alors les si nombreuses formes que nous offrent les éléments hydrocarbonés. A ce point de vue, mais à ce point de vue seulement, son rôle, dans l'économie de la plante, pourrait se comparer, dans une certaine mesure, à celui que jouent, chez l'animal adulte, les réserves graisseuses.

Malgré l'intérêt qui s'attache au rôle si important de l'amidon, malgré le nombre considérable des observateurs qui en ont fait le sujet de leurs études, l'histoire de la substance amylacée nous est encore bien imparfaitement connue. Nombreux sont pour nous les points qui restent obscurs en ce qui concerne son origine, son développement et son utilisation. Le simple exposé de nos connaissances actuelles sur ce sujet suffira d'ailleurs à démontrer la vérité de cette assertion.

Tel qu'il s'offre à nos yeux, après son extraction du tissu végétal qui le renfermait, l'amidon présente l'aspect d'une poudre blanche, constituée par des granules de dimensions très faibles, arrondis ou ovoïdes, et dont la configuration peut varier, suivant leur origne.

Un grain d'amidon, examiné au microscope, se montre toujours organisé autour d'un centre de formation; sa substance est marquée de lignes courbes, alternativement plus claires et plus obscures, qui entourent, comme des couches successives, ce centre de formation, représenté par une tache sombre, le *hile* de Raspail. Cette disposition des couches qui constituent le grain d'amidon peut être mise plus clairement en évidence par l'action de réactifs appropriés, le chloroiodure de zinc, par exemple, et tous les agents qui déterminent le gonflement du grain.

Cet aspect particulier et caractéristique des grains de fécule est la conséquence de la répartition inégale, dans leur intérieur, de l'eau d'organisation. D'après la théorie moléculaire de Nägeli, les grains d'amidon, comme tous les corps analogues, sont constitués par des molécules de forme déterminée, dont chacune est entourée d'une atmosphère aqueuse d'épaisseur variable. Suivant les lois de la cohésion, cette enveloppe aqueuse doit être d'autant plus épaisse que les dimensions de la molécule sont plus faibles; inversement, l'épaisseur de la couche d'eau diminue à mesure qu'augmentent les dimensions de la molécule. Dans le grain d'amidon, la superficie est formée de molécules grosses et peu riches en eau. La quantité d'eau augmente de dehors en dedans, à mesure que diminue la grandeur des molécules. Dans la même mesure diminuent la cohésion et, par suite, la densité et le pouvoir réfringent. Toutefois, cette modification n'est pas continue de la surface au centre; elle est, au contraire, alternative, et c'est à ce fait qu'est due l'existence, dans le grain, de couches denses, pauvres en eau, très réfringentes, et de couches aqueuses, molles, très peu réfringentes. Il faut noter, et le fait est très important, que le noyau central est toujours mou et aqueux; la couche

externe, au contraire, est toujours, sans exception, dense et réfringente.

Nous devons nous borner actuellement à constater l'existence constante de ces faits; nous examinerons tout à l'heure de quelles façons diverses on a essayé de les interpréter.

Nous l'avons déjà vu, les couches alternatives du grain ne sont pas toujours régulièrement disposées autour du centre de formation. Ce point est souvent loin de correspondre au centre de figure du grain, et les couches ont alors un développement prédominant dans un sens, en surface et en épaisseur. Souvent même, le nombre des couches est alors plus considérable dans la région du plus grand accroissement, quelques-unes n'entourant pas complètement le noyau.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le grain d'amidon à son état le plus simple, isolé et régulièrement développé. Mais on rencontre souvent, normalement chez certains végétaux, des grains composés, formés de plusieurs grains simples intimement réunis.

On a jusqu'ici distingué deux sortes de grains composés: les grains agrégés, formés par soudure consécutive de plusieurs grains d'abord isolés; et les grains composés proprement dits, que l'on s'accordait à reconnaître pour des corps primitivement simples et dans lesquels une division tardive a déterminé l'apparition de deux ou plusieurs centres de formation. Cette idée est aujourd'hui combattue par Schimper, qui attribue la constitution de ces corps à la soudure de grains simples, et qui ne les distingue pas, par conséquent, des grains agrégés.

Quoi qu'il en soit, on voit, dans un grain composé, deux ou plusieurs noyaux entourés chacun d'un certain nombre de couches. Le tout est réuni dans une enveloppe commune. Il arrive très souvent que les forces de tension qui s'exercent dans le grain déterminent la production, entre les noyaux, d'une fente qui, s'étendant de plus en plus, finit par atteindre la périphérie et par séparer en parties distinctes, en grains simples, le grain primitivement composé.

Constitution et propriétés chimiques. — Chaque grain d'amidon est formé, dans des proportions variables, des éléments suivants :

Eau,

Principes minéraux (éléments des cendres),

Substance amylacée.

C'est de cette dernière substance seulement que nous voulons nous occuper ici.

La substance amylacée est un composé hydrocarboné, dont la formule, $C^{12}H^{10}O^{10}$, répond exactement à la formule moléculaire de la cellulose. Il existe cependant, entre les propriétés de ces deux corps isomères, des différences qui ne nous permettent pas de les considérer comme entièrement semblables. Il faut voir dans ces deux composés chimiques un même corps, mais à des états différents de condensation et d'arrangement moléculaire. D'après Berthelot, l'amidon serait un triglycoside, répondant à la formule $(C^{12}H^{10}O^{10})^3$, tandis que la cellulose, représentée par $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$, serait un tétraglycoside. Le même glycoside $(C^{12}H^{10}O^{10})$ serait combiné trois fois avec lui-même pour former l'amidon, quatre fois pour former la cellulose; cette dernière serait donc à un état de condensation plus avancé que la substance amylacée.

Mais le grain d'amidon lui-même a une composition encore plus complexe, et certaines des réactions que nous allons passer en revue amènent à penser qu'il est formé par la réunion de deux substances distinctes : la matière amylacée proprement dite, la *granulose*, formant la majeure partie de la masse du grain, et une faible quantité (2 à 6 pour 100) de cellulose, qui a reçu le nom de *cellulose amylacée*. Ces deux corps sont intimement mélangés dans le grain, à tel point qu'on a pu se demander s'il y avait là une simple juxtaposition des molécules de granulose et de cellulose, ou une union encore plus intime de ces éléments, allant jusqu'à la formation de molécules complexes.

Si, par un réactif approprié (salive, diastase, pepsine, etc.), on extrait la granulose d'un grain d'amidon, on obtient un squelette de cellulose, présentant toutes les réactions de ce corps et, reproduisant exactement la forme primitive du grain, bien que sa masse soit considérablement plus faible.

Dans l'amidon normal, la prédominance de la granulose sur la cellulose est trop considérable pour que l'on puisse obtenir autre chose que les réactions de la granulose pure. Examinons quelles sont les principales de ces réactions et comparons-les à celles de la cellulose normale.

Le grain d'amidon intact n'est pas soluble dans l'eau froide; mais lorsque la matière amylacée a été écrasée avec précaution, elle abandonne à l'eau une petite quantité de granulose, qui n'est qu'une faible fraction de celle contenue dans les grains. La solution ainsi obtenue se colore en bleu par l'action de l'iode.

On n'a jamais constaté, dans la plante, la présence d'une telle solution; il faut donc admettre que la fécule, dans les tissus où elle disparaît et se reforme alternativement, doit prendre naissance au sein d'une solution chimiquement différente (une solution de glycose, probablement) et que la précipitation des molécules à l'état solide doit être accompagnée d'une modification chimique. De même, lors de la dissolution du grain, il faut admettre l'intervention d'un dédoublement en dextrine et glycose, dédoublement dont on a constaté la réalité dans les graines en germination et qui s'effectue sous l'action d'un ferment soluble.

Dans le cas même où l'on viendrait à constater l'existence, au milieu des tissus végétaux, d'une dissolution amylacée, il n'en faudrait pas moins admettre l'intervention d'une modification chimique, puisque cette dissolution est incapable de traverser les membranes cellulaires. Nägeli s'appuie sur ce fait pour avancer qu'il n'y a pas de véritable solution, mais une simple suspension de la matière amylacée. La raison n'est pas suffisante, puisque d'autres substances, chimiquement dissoutes, sont également incapables de traverser la cellulose.

Portée à une température de 55 à 65°, l'eau modifie la structure moléculaire du grain d'amidon et le rend capable

d'absorber de l'eau en se gonflant considérablement : il se forme alors de l'*empois*. Nous aurons à revenir sur cette action en étudiant celle des acides et des alcalis étendus. Le même phénomène se constate sur des grains portés d'abord à une température de 200°, puis mis au contact de l'eau froide.

Enfin, d'après Kékulé, la cuisson continue dans l'eau peut, comme l'action des acides organiques, déterminer le dédoublement de l'amidon en dextrine et glucose.

Mis au contact d'une solution iodée, l'amidon se colore en bleu. C'est là sa réaction caractéristique. Cette coloration est due à la formation d'un composé spécial, l'iodure d'amidon. Les recherches de Nägeli sur ce point ont montré que cette réaction ne se produit pas d'une manière uniforme, et que, suivant les conditions, la couleur obtenue peut être l'indigo, le violet, l'orange ou le jaune. L'indigo correspondrait à la plus grande affinité entre les deux corps; il se produirait lorsque l'eau d'imbibition est en quantité considérable. Le jaune, au contraire, correspondant à l'affinité minima, se montrerait en l'absence d'eau d'imbibition, ou sous l'influence d'autres substances ayant pour l'iode une affinité plus forte que l'amidon.

La coloration caractéristique s'efface en présence de toutes les substances capables d'absorder de l'iode. On peut aussi la faire disparaître en chauffant la préparation. Elle reparaît alors par le refroidissement.

Un grand nombre de réactifs, le chlorure de calcium, le chlorure de sodium, l'iodure de potassium, et les acides ou les alcalis dilués, agissent sur la matière amylacée comme l'eau chaude. Sous leur influence on voit les grains se gonfler considérablement, en absorbant de l'eau. Le noyau et les couches les plus aqueuses du grain sont les premières parties dans lesquelles se manifeste ce phénomène; les couches externes, plus denses, ne se dilatent que plus tard. Aussi ces dernières sont-elles toujours parcourues par des crevasses provenant de la pression qu'elles subissent de la part des parties molles et aqueuses. Lorsque les couches denses ont été à leur tour modifiées ainsi, elles ne peuvent plus se distinguer des strates primitivement riches en eau; on voit donc disparaître toute trace de stratification. L'action subie par le grain d'amidon n'est pas une simple pénétration de molécules d'eau, venant augmenter l'atmosphère aqueuse de ses propres molécules; la modification produite dans sa masse est plus profonde, et ce qui le prouve, c'est qu'elle persiste alors même que le réactif cesse d'agir. Si l'on soumet à la dessiccation un grain d'amidon ainsi traité, il perd la propriété de se dilater lorsqu'on le replace en présence de l'eau; la dessiccation doit donc être accompagnée d'une nouvelle modification en sens contraire.

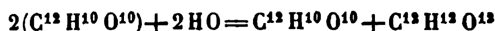
L'alcool absolu agit sur la matière amylacée en lui enlevant son eau d'organisation : il réduit par conséquent les dimensions des grains; de plus, il détermine la disparition de toute trace de stratification. Dans l'alcool étendu d'eau, les grains éclatent en fragments; si la réaction est faite avec précaution, on peut voir les diverses couches se séparer les unes des autres; le grain montre alors parfaitement sa structure concentrique.

On peut obtenir la dilatation des grains d'amidon par l'action de la solution cupro-ammoniacale, mais il n'y a pas alors formation de l'empois.

Nous avons déjà vu que certains réactifs sont capables de séparer et de mettre en évidence les deux parties constituantes du grain d'amidon, la granulose et la cellulose amylacée. Ces réactifs sont : la salive, les acides organiques, certains ferments (diastase, pepsine, etc.), les acides sulfurique et chlorhydrique dilués, ou encore une dissolution de chlorure de calcium contenant 1 pour 100 d'acide chlorhydrique. Ces différentes substances dissolvent la granulose; elles laissent subsister un squelette de cellulose offrant la même forme et la même structure que le grain primitif (les couches y sont encore visibles), et agissent de la même façon sur la lumière polarisée, c'est-à-dire en formant la croix caractéristique de l'amidon, dont les branches se coupent au hile. Seulement, ce squelette, beaucoup plus léger que le grain primitif (nous avons vu qu'il représente 2 à 6 pour 100 de la masse totale), ne se colore plus en bleu par les réactifs iodés; ceux-ci n'agissent pas sur lui, ou y déterminent une coloration rouge.

D'après Wiesner (1), l'acide chromique jouirait de la même propriété de dissociation que les réactifs dont nous venons de parler. Depuis longtemps, on sait qu'une dissolution de cette substance agissant sur l'amidon a pour résultat d'accuser beaucoup plus nettement les couches successives du grain. Wiesner s'appuie sur ce fait pour affirmer que les grains d'amidon sont formés par des couches, alternativement plus riches et plus pauvres en granulose, et qu'ils ne constituent pas, par conséquent, un mélange homogène.

Si l'action de ces divers agents se prolonge, accompagnée d'une chaleur suffisante, la modification du grain d'amidon est plus profonde. Il absorbe deux équivalents d'eau, pour se dédoubler en dextrine et en glucose, suivant la formule :



$$2(C^{12}H^{10}O^{10}) + 2HO = C^{12}H^{10}O^{10} + C^{12}H^{12}O^{12}$$

La dextrine elle-même se dédouble plus tard en deux équivalents de glucose.

Il est évident que c'est de la sorte que s'opère la dissolution de l'amidon dans les cellules, et que, dans tous les cas où l'on constate sa disparition, il a subi l'action d'un ferment qui, en le modifiant chimiquement, lui a permis de se dissoudre. L'existence de ce ferment et le dédoublement qui suit son action ont été reconnus dans les graines à albumen amylacé, pendant la germination. Nous avons déjà vu que, selon toute probabilité, c'est dans une dissolution de glucose que la matière amylacée prend naissance; cette hypothèse sera d'ailleurs confirmée par les faits qui nous restent à exposer. Il faudrait donc considérer cette substance comme une condensation temporaire, sous la forme solide, du glycose, condensation qui aurait pour but de faciliter son emmagasinement dans les tissus, lorsqu'il ne doit pas être im-

(1) *Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen.* Vienne, 1881, t. I, p. 259 et 261.

médiatement assimilé (1). Une autre utilité de premier ordre ressortirait encore de cette condensation : le glycose formé dans certaines cellules se répand au milieu de tous les éléments voisins, suivant les lois de l'osmose. Si ce corps demeurait toujours dissous dans le suc cellulaire, un moment viendrait où, toutes les cellules constituant le corps végétal étant pourvues d'une égale quantité de sucre, l'équilibre s'établirait entre elles, et il serait impossible à la matière sucrée de s'accumuler spécialement en certaines places, pour y former des réserves ; de plus, si ces réserves s'établissaient, ce serait indistinctement dans tous les éléments. Admettons au contraire que, dans certaines cellules, le glycose se transforme en amidon ; ce passage à l'état solide diminuera d'autant la quantité de liquide contenue dans la cellule ; l'équilibre sera donc rompu entre cet élément et les voisins, et il en résultera une pénétration, dans son intérieur, d'une nouvelle quantité de la dissolution sucrée, qui s'y condensera à son tour à l'état solide. Ainsi s'établira un courant qui aura pour résultat de concentrer à l'intérieur de certaines cellules spéciales les réserves hydrocarbonées, qui attendront là leur utilisation.

Il ne faut pas l'oublier cependant, ce ne sont là que des hypothèses, et, sur ce point comme sur plusieurs de ceux que nous avons encore à étudier, nous devons nous dire, avec Claude Bernard, que le *chimisme naturel,* c'est-à-dire les procédés employés par les corps vivants pour la formation des composés chimiques qui entrent dans leur constitution, est peut-être, et même probablement, tout différent du *chimisme artificiel* que nous réalisons dans les laboratoires. Ce savant n'avait-il pas entrevu la vérité quand il disait : « Il serait possible, par exemple, que toutes les synthèses imaginées par les chimistes fussent sans réalité, et que les principes immédiats sortissent tous par voie de décomposition ou de dédoublement d'une matière unique et identique, le protoplasma. » L'observation seule pourra nous donner la certitude que ne possèdent pas les hypothèses, si satisfaisantes qu'elles puissent être.

Production première de l'amidon. — D'après les théories actuellement admises, l'amidon serait le produit de l'assimilation qui se fait dans les organes verts de la plante, sous l'action des corps chlorophylliens (*leucites verts* de Van Tieghem). Des combinaisons diverses se formeraient par suite de l'union de l'acide carbonique absorbé avec les éléments de l'eau contenue dans les cellules assimilatrices : les premiers produits de ces combinaisons seraient l'acide formique, puis l'aldéhyde méthylique. Ce dernier, en se sextuplant, donnerait le glucose, qui, lui-même, formerait, par des dédoublements, l'amidon et tous les autres corps hydrocarbonés que renferme le végétal (1).

Nous n'avons pas à discuter ici ces théories : le seul fait qui doive en ressortir pour nous, c'est que l'amidon ne saurait être formé de toutes pièces aux dépens d'éléments inorganiques, qu'en présence de la chlorophylle et sous l'influence de la radiation solaire. C'est donc dans les cellules assimilatrices qu'il faut observer l'apparition de la substance amylacée.

H. von Molh a le premier signalé la présence constante de l'amidon dans les grains de chlorophylle. Nägeli et Sachs, après avoir surtout étudié son mode de formation, ont démontré que des plantes placées à l'obscurité, et ayant épuisé, pour la formation des principes qui leur sont indispensables, toute la réserve d'amidon contenue dans leurs cellules, ne peuvent créer de nouvelles quantités de matière amylacée que lorsque leur chlorophylle est de nouveau exposée à la lumière. Cette disparition complète des réserves peut s'effectuer en deux ou trois jours, tandis qu'une demi-journée d'éclairage suffit à les reconstituer. La consommation, à l'état normal, est six fois plus faible, à peu près, que la production.

D'après les recherches de Sachs et de Nägeli, l'amidon apparaît, dès l'abord, dans les corpuscules chlorophylliens, à

(1) Un fait, entre tous ceux qu'on pourrait invoquer pour soutenir cette hypothèse, mérite d'être signalé : c'est celui de la présence incontestée, en quantité relativement considérable, du glycose dans toutes les cellules jeunes ; l'amidon, quand il doit se former, n'apparaissant qu'ultérieurement. Lorsque les cellules restent dans cet état jeune par arrêt de développement physiologique, ce qui est le cas dans les bourrelets des feuilles motiles, ainsi que je l'ai constaté bien souvent, le *glycose* persiste sans jamais donner naissance à de l'amidon. C'est à la présence plus ou moins considérable de ce sucre, substance endosmotique, et à sa destruction alternative, qu'on attribue l'appel ou le retrait de liquide capable d'amener les manifestations diverses du *mouvement spontané.* Dans la théorie mécanique du mouvement due à M. Barthélemy, c'est, au contraire, la formation de l'amidon dans les feuilles qui déterminerait la réaction particulière, dans le courant de la sève, que l'auteur nomme *coup de bélier* et à laquelle il attribue une grande part dans le mouvement périodique.

(1) On peut ajouter, à l'appui de cette hypothèse, que la transformation du sucre de canne en produits cellulosiques, est un fait expérimentalement démontré. Depuis 1869, l'attention de divers observateurs, Schleiber, Jubert, Mendès, Borscow, Durin, Cienkowski et enfin Van Tieghem, s'est portée sur les masses gélatineuses qui se montrent sur les sacs où l'on presse la betterave râpée, et qui, depuis longtemps, avaient reçu le nom de *gomme de sucrerie.* — Voir notamment à ce sujet : Durin, *Sur la transformation du sucre cristallisable en produits cellulosiques, et sur le rôle probable du sucre dans la végétation* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, vol. III, p. 266). Van Tieghem, *Sur la gomme de sucrerie* (*Leuconostoc mesenteroides*). — (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, vol. VII, p. 180, 1879.)

Les observations de ces auteurs ont permis d'affirmer que la production de cette matière spéciale est due au dédoublement du sucre de canne en cellulose et en sucre interverti, suivant la formule :



$$C^{24} H^{22} O^{22} = C^{12} H^{10} O^{10} + C^{12} H^{12} O^{12}.$$

Enfin Cienkowski, puis Van Tieghem, ont démontré que cette modification est due à l'action d'un organisme spécial, de la famille des *Nostoc*, et que Van Tieghem nomme *Leuconostoc mesenteroides.* Cet organisme n'agit pas comme un ferment, ainsi qu'on pourrait le croire : c'est une plante ordinaire, qui *se nourrit* aux dépens du sucre de canne, employant la majeure partie des aliments qui lui sont ainsi fournis à l'édification de l'épaisse gangue gélatineuse, cellulosique, qui enveloppe ses cellules en chapelet.

On ne voit aucune difficulté à admettre que chaque cellule végétale, prise individuellement, puisse se comporter de même, et emprunter à la solution sucrée qui la baigne les éléments nécessaires à la formation de son enveloppe cellulosique et des autres corps hydrocarbonés (l'amidon notamment) qu'elle peut contenir.

l'état de granules extrêmement petits, qui, grossissant plus tard, jusqu'à venir en contact les uns avec les autres, se soudent alors pour constituer le grain définitif. Celui-ci s'accroît de plus en plus, en prenant la forme du grain de chlorophylle, dont la substance diminue au fur et à mesure et finit même par disparaître.

Quelquefois, cependant, d'après Schimper, l'amidon, au lieu d'apparaître dans la masse même du corps chlorophyllien, se montre immédiatement au-dessous de sa surface; dans ce cas, le grain, en s'accroissant, perce la couche mince de chlorophylle qui le recouvre, et fait librement hernie au dehors. Toute la partie du grain qui, de cette façon, ne se trouve plus en contact immédiat avec la chlorophylle a, naturellement, un accroissement beaucoup plus faible que le reste du grain, de telle sorte que celui-ci prend alors une structure caractéristique, ses couches concentriques étant beaucoup plus fortes et plus nombreuses d'un côté, et le hile affectant une position tout à fait excentrique. Au contraire, dans les grains développés au milieu de la substance chlorophyllienne, et en contact par tous les points avec cette substance, le hile demeure central, et les couches se développent régulièrement autour de lui.

Une fois formé dans les cellules assimilatrices, l'amidon se résorbe, pour servir de point de départ à la création de tous les produits ternaires susceptibles d'être utilisés par la plante, ou encore, si la quantité de matière amylacée produite est supérieure à celle qui est utilisable immédiatement, pour aller se déposer dans certaines cellules spéciales, et y former des amas de réserves nutritives. Nous avons déjà vu comment se constituent ces réserves, et nous savons que, suivant toute probabilité, la matière amylacée qui les compose est le produit d'une nouvelle transformation de la dissolution sucrée née du dédoublement de l'amidon d'abord formé.

On avait admis, jusqu'ici, que ce dépôt de grains d'amidon dans les cellules dépourvues de chlorophylle s'effectuait par une simple modification chimique de la dissolution de glycose, et sans l'intervention d'un corps générateur spécial. Les recherches de Schimper (1) ont prouvé qu'il n'en est point ainsi, et que absolument comme la substance amylacée ne se forme, dans les cellules assimilatrices, qu'au sein des corpuscules chlorophylliens, de même, au milieu des cellules incolores, il prend naissance en des corps spéciaux, les *corpuscules amylogènes* (*leucites incolores* de Van Tieghem) (2).

Ces corps, émanations du protoplasme, sont doués d'une très grande solubilité dans l'eau ; aussi pour les observer, faut-il placer la coupe du végétal qui les contient dans une goutte de teinture d'iode étendue d'eau : ils se colorent en jaune. On peut voir alors que les jeunes grains d'amidon sont placés au centre de ces corpuscules, ou en contact avec leur périphérie ; qu'ils peuvent, en un mot, avoir avec eux les mêmes rapports qu'avec les grains de chlorophylle dans les cellules assimilatrices.

Suivant le végétal dans lequel on les examine, les corpuscules amylogènes peuvent revêtir des formes différentes : les uns sont sphériques; d'autres fusiformes, présentant l'aspect d'une navette ; d'autres enfin, d'abord sphériques, prennent plus tard une forme allongée.

On reconnaît qu'ils sont formés par une matière protéique, en les traitant par le réactif de Millon, qui les colore en rouge brique, ou par l'acide azotique, qui leur donne une belle teinte jaune.

Les grains d'amidon prennent naissance dans ces corpuscules, qui s'accroissent d'abord un peu, puis se gélifient et finissent par disparaître. Alors cesse l'accroissement du grain amylacé.

Schimper a constaté que, dans des végétaux différents, les diverses parties de la masse protoplasmatique peuvent donner naissance aux corpuscules amylogènes. Tantôt on les voit apparaître seulement autour du noyau, tantôt autour du noyau, et, dans une moindre proportion, au milieu du plasma pariétal, tantôt enfin dans tout le protoplasma pariétal. Ces phénomènes sont du reste semblables à ceux qui se produisent dans les *leucites verts*.

Quel est le rôle des leucites incolores, à quels autres corps peuvent-ils se comparer ? Jusqu'où va l'analogie qui semble exister entre eux et les grains de chlorophylle ? Voici comment Schimper répond à ces questions.

Pour ce savant, les corps contenus dans la cellule végétale qui se rapprochent le plus des corpuscules amylogènes sont les grains de leucophylle, ou d'étioline, qui paraissent n'en différer qu'en ce que, chez eux, la faculté de produire l'amidon n'existe plus. Encore faut-il remarquer que, dans les plantes développées à l'obscurité, la leucophylle produit bien de la fécule ; mais que cette substance amylacée n'est plus un produit direct de l'assimilation du carbone. Elle résulte d'une simple modification des matériaux hydrocarbonés déjà contenus dans la plante, et surtout du glycose. Il semblerait même, d'après certaines expériences de Schimper, que la chlorophylle elle-même pourrait, dans quelques circonstances, former de l'amidon aux dépens de matériaux déjà élaborés. Ces expériences consistent à placer dans l'obscurité des pieds de *Tradescantia rebella,* jusqu'à ce que l'amidon ait complètement disparu du mésophylle. Soumises ensuite à un éclairage suffisant pour permettre le développement de la chlorophylle, mais insuffisant pour l'assimilation, ces plantes montrèrent une assez grande quantité d'amidon dans les grains de chlorophylle de la gaine des faisceaux et du parenchyme de la tige. Il est donc possible d'établir toutes les transitions possibles entre la chlorophylle *assimilatrice,* la chlorophylle *transformatrice,* la leucophylle et les corpuscules amylogènes.

L'analogie qui existe entre ces derniers et les grains de

(1) *Sur l'origine des grains d'amidon* (*Botanische Zeitung*), 1881. Traduction abrégée dans les *Ann. des sciences naturelles*, 6e série, vol. XI, p. 256, 1881.

(2) Ce néologisme (*leucite,* du grec *leucos,* blanc), louable en lui-même quand il est pris isolément, devient malheureux quand il est accolé, ce qui arrive forcément, à l'épithète de *vert* ou *d'incolore,* car il implique l'association de deux qualités qui s'excluent (*blanc vert — blanc incolore*).

chlorophylle est encore confirmée par leur développement, semblable, dans bien des cas, à celui de la matière colorante verte ; par la façon entièrement analogue dont les grains d'amidon prennent naissance dans leur masse, et surtout par leur manière de se comporter, après la production de la matière amylacée. — Enfin, exposés à la lumière, les corpuscules amylogènes sont, sauf quelques exceptions, susceptibles de se transformer en chlorophylle : c'est là un point concluant. Il est bon de noter, en terminant ce qui a trait à ces corpuscules amylogènes, que, avant d'être décrits et étudiés par Schimper, qui a déterminé leur véritable nature, ils avaient été déjà vus et figurés par Trécul (1), puis par A. Gris (2).

Des faits qui précèdent, ressort cette conclusion que, dans aucun cas, l'amidon ne se forme directement, soit par suite de l'assimilation du carbone, soit par modification des principes déjà élaborés. Il faut toujours que sa production soit liée à la présence de corps spéciaux, grains de chlorophylle (*leucites verts*) ou corpuscules amylogènes (*leucites incolores*), qui sont toujours aussi des différenciations plus ou moins profondes du corps protoplasmatique. A quoi est liée la nécessité de la présence de ces corps, quel rôle jouent-ils dans les phénomènes chimiques qui le produisent, de quelle nature même peut être ce rôle ? On l'ignore encore complètement.

Nous rappelions plus haut l'opinion de Claude Bernard sur les différences qui peuvent exister entre le chimisme naturel et le chimisme artificiel. Ne serait-ce pas là un argument en faveur de son hypothèse, et ne doit-on pas admettre que, si une différenciation du protoplasma précède toujours l'apparition de la substance amylacée, c'est que cette dernière, comme tous les autres principes immédiats, procède de cette masse protoplasmatique, principe unique qui engendrerait tous les autres ?

Accroissement des grains d'amidon. — Une fois formé comme nous venons de le voir, le grain d'amidon s'accroît, par adjonction à sa masse, de nouvelles molécules qui lui sont fournies soit par le grain de chlorophylle, soit par le corpuscule amylogène.

Comment s'opère cet accroissement, et comment faut-il le concevoir, pour expliquer l'aspect caractéristique que présentent les grains d'amidon complètement développés ? Peu de questions ont reçu d'aussi nombreuses réponses que celle-là. Comme toutes ces théories sont étroitement liées à l'idée que se faisaient les auteurs de la constitution intime de la substance amylacée, c'est ici, croyons-nous, le lieu de rappeler les suppositions successivement émises sur ces deux points.

Considéré d'abord par Leuwenhoeck (3), puis par Raspail (4), comme une vésicule creuse remplie d'une substance gommeuse et attachée par un point, le *hile*, à la membrane cellulaire, le grain d'amidon fut ensuite regardé par Fritzche (1) comme formé de zones concentriques successivement déposées, de dedans en dehors, autour d'un noyau central solide. Plus tard, Schleiden développa la même théorie, mais en admettant la nature liquide du noyau central. En 1838, Payen (2) voulut voir dans le grain d'amidon une vésicule dont la paroi s'accroîtrait par l'intérieur, entourant une cavité centrale en communication avec l'extérieur. Nägeli (3), dans son premier travail sur l'amidon, admettait aussi la nature vésiculaire de la fécule et assimilait son développement à celui de toutes les cellules. — Cette opinion erronée fut reprise par Trécul (4), pendant que Nägeli (5) l'abandonnait pour formuler sa théorie de l'intussusception, qui semblait devoir dominer exclusivement l'étude de la substance amylacée, lorsque Schimper (6) est venu l'attaquer et lui substituer, avec des arguments nouveaux, une hypothèse ancienne, celle de l'apposition.

De toutes ces théories, deux doivent nous arrêter : l'une, celle de Nägeli qui, jusqu'ici, a été à peu près généralement adoptée, parce qu'elle répondait à tous les faits connus ; l'autre, celle de Schimper, parce que, émise tout récemment, elle paraît expliquer d'une façon non moins satisfaisante les divers phénomènes les plus anciennement observés aussi bien que les faits les plus récents offerts par l'examen approfondi de la constitution du grain d'amidon.

Pour Nägeli (7), l'accroissement du grain d'amidon ne peut s'effectuer par apposition, et l'on est forcé d'admettre la pénétration des molécules nouvelles entre les molécules déjà existantes, en un mot, l'intussusception. Cette hypothèse seule permettrait d'expliquer la différence qui existe entre les petits grains, jeunes, et le noyau central des grains bien développés. Si l'accroissement s'effectuait par simple apposition, ces deux parties seraient absolument homologues et devraient présenter la même constitution : cependant, tandis que les grains jeunes sont secs et denses, le noyau des grains mieux développés est mou et très aqueux. Lorsque les couches commencent à se montrer dans le grain, la plus externe est toujours dense, pauvre en eau, et, à aucune période du développement, on ne peut constater l'existence d'une couche externe aqueuse, ce qui arriverait si l'accroissement avait lieu par simple apposition. D'autre part, les grains isolés et libres, dont la croissance est toujours irrégulière, devraient se développer régulièrement, si l'apposition entrait en jeu. Enfin l'intussusception seule pourrait encore rendre compte exactement de la formation des grains

(1) *Des formations vésiculaires dans les cellules végétales* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, vol. X, 1858).

(2) *Recherches microscopiques sur la chlorophylle* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, vol. VII, p. 180, 1857).

(3) Vingt-sixième lettre philosophique.

(4) *Annales des sciences naturelles*, 1825, t. VI, p. 224.

(1) *Annalen der Physik und Chemie von Poggendorf*, XXXII p. 131, 1834.

(2) *Annales des sciences naturelles*, 2e série, vol. X, 1838.

(3) *Zeitschrift für wissenschaftlichte Botanik*, 1847.

(4) *Des formations vésiculaires dans les cellules végétales* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. X, 1858).

(5) *Die Stärkekörner*, 1858.

(6) *Recherches sur l'accroissement des grains d'amidon* (*Botanische Zeitung*), 1881. Traduction abrégée dans les *Ann. des sc. nat.*, 6e série, vol. XI, p. 265, 1881.

(7) *Die Stärkekörner*, 1858.

composés ; tous les grains primitifs qui constituent le grain composé montrent des traces de pression latérale, qui ne s'expliquent qu'en supposant que leur croissance a continué même après le développement d'une enveloppe commune.

Lorsqu'il apparaît, le grain d'amidon est constitué par une masse réfringente, dense, pauvre en eau et homogène. A mesure qu'il s'accroît, sa partie centrale devient plus aqueuse et prend une consistance moindre que celle de la zone périphérique. Plus tard, le noyau, mou lui-même, forme près de sa périphérie une nouvelle couche pauvre en eau et se divise, par conséquent, en une partie centrale molle, une zone dense et une autre zone plus externe molle; le tout enveloppé par la couche dense périphérique primitive. Ce phénomène se reproduit un certain nombre de fois, et l'on voit apparaître une couche interstitielle molle au milieu d'une couche dense, une zone dense au milieu d'une zone aqueuse. Ces phénomènes peuvent s'accentuer plus fortement d'un côté que de l'autre, de manière à déterminer un accroissement irrégulier.

Voyons maintenant comment, par sa théorie de l'*intussusception,* Nägeli parvient à expliquer ces divers phénomènes.

Lorsque nous commençons à le voir, le jeune grain d'amidon a une forme sphérique, et ses parties sont disposées symétriquement autour d'un centre organique. Les molécules doivent donc former, autour de ce centre, un ensemble de zones radiales et de couches concentriques. Elles sont, d'ailleurs, grosses et entourées de minces atmosphères aqueuses. La solution mère pénètre dans leurs intervalles et sa concentration détermine le dépôt de nouvelle substance sur les molécules déjà existantes, et en même temps la formation de molécules nouvelles.

Ce dépôt ne s'effectue pas indifféremment dans toute la substance du grain, mais seulement sur les points de moindre résistance, qui, suivant toutes les données mécaniques, doivent se trouver entre les zones radiales, bien plutôt qu'entre les couches concentriques. Il s'ensuit forcément que ces dernières s'accroissent en surface, sans gagner en épaisseur.

Supposons que, toutes les circonstances étant égales pour toutes les couches, leur accroissement s'effectue dans les mêmes proportions relatives : les quantités absolues d'accroissement varieront, dans ce cas, avec leur surface, et la zone la plus externe, présentant une surface plus considérable, aura une croissance absolue supérieure à celle de la couche qui la suit immédiatement vers l'intérieur. Celle-ci se comportera de même vis-à-vis de la zone suivante, et ainsi de suite.

Les calculs de Nägeli établissent que, pour les diverses couches, la quantité absolue d'accroissement serait, pour chacune, proportionnelle au carré du rayon.

Cette différence entre les croissances des couches successives est encore amplifiée par ce fait, que la solution, traversant les couches externes et leur abandonnant une partie de ses principes, s'appauvrit de plus en plus à mesure qu'elle gagne le centre, de telle sorte que la quantité, même relative, de l'accroissement est plus faible pour les strates les plus internes.

Cet accroissement plus considérable de la couche externe tend à la séparer de celle qui la suit et à créer entre elles un espace vide. Mais un pareil fait ne se produit jamais, car la cohésion qui existe entre les molécules de ces deux couches est toujours assez forte pour contrebalancer l'effort ainsi exercé. En somme, le résultat de l'accroissement inégal est de créer dans toutes les zones annulaires une tension considérable, qui est toujours positive dans une zone externe, négative dans celle qui la suit immédiatement vers le centre.

Cet antagonisme des deux forces de cohésion et de tension, dans lequel la cohésion est toujours victorieuse, a été soumis au calcul par Nägeli. Il a trouvé que, pour des manteaux sphériques de même épaisseur et de même nature; mais de grandeurs variables :

« La force radiale (de cohésion) qui fait équilibre à la tension superficielle est inversement proportionnelle au rayon.

« La force séparatrice (de tension) est inversement proportionnelle au *carré* du rayon. »

Il s'ensuit que, plus les couches se rapprocheront du centre, plus la force séparatrice augmentera proportionnellement à la cohésion. L'inverse aura lieu à mesure qu'on se rapprochera de la surface.

Si la résultante de ces forces ne peut jamais déterminer de véritable rupture entre les couches, elle aura forcément pour conséquence un écartement plus ou moins considérable des molécules, écartement qui sera d'autant plus grand que la tension sera plus forte, c'est-à-dire que l'on se rapprochera du centre.

Appliquons ces données à notre jeune grain d'amidon. Nous l'avons vu, à son premier état, sphérique et homogène, se laisser pénétrer par la solution mère, recevoir de nouvelles molécules. A mesure que ces phénomènes se produisent, les forces de tension se développent par suite de l'accroissement; les molécules centrales s'écartent les unes des autres, ce qui permet le dépôt, dans leurs intervalles, de nouvelles molécules, petites, et, par conséquent, entourées d'épaisses molécules aqueuses; ainsi se différenciera une portion centrale plus riche en eau que la zone périphérique.

Ce noyau mou continuera à s'accroître; mais, à mesure que ses dimensions deviendront plus considérables, la force de tension qui s'exerce à la périphérie pénétrera de moins en moins profondément. Au point où elle cessera de s'exercer, les molécules pourront s'accroître, et, en même temps, diminueront leurs atmosphères aqueuses. Ainsi se formera, entre le centre et la périphérie du noyau, une nouvelle zone pauvre en eau et plus dense.

Ces mêmes phénomènes pourront se répéter dans les couches déjà formées, et c'est ainsi qu'on verra apparaître une couche dense au milieu d'une couche molle, et *vice versa.*

Si tout se passait mathématiquement suivant ces lois, les grains seraient parfaitement réguliers et sphériques. Mais toutes les petites irrégularités dans l'arrangement moléculaire primitif sont centuplées par l'accroissement, et c'est ainsi que se forment les grains irréguliers et excentriques.

C'est encore par la théorie de l'intussusception que Nägeli

explique, mais d'une façon peu satisfaisante, l'apparition de nouveaux noyaux dans les grains qui doivent devenir composés. Une fois ces nouveaux noyaux formés, il est facile de leur appliquer les lois déjà énoncées, et de comprendre l'accroissement des grains partiels et de leur enveloppe commune.

Telle est la théorie développée par Nägeli dans son important travail sur l'amidon (*Die Stärkekörner*). Cette théorie était admise à peu près sans conteste comme l'interprétation la plus satisfaisante des faits observés. Mais elle a été dernièrement attaquée par Schimper, qui, revenant à l'ancienne hypothèse de l'apposition, l'appuie sur des considérations nouvelles, qui lui permettent de combattre avec avantage les idées de Nägeli (1).

Il s'appuie sur ce fait que certaines actions mécaniques peuvent modifier l'état moléculaire des couches : l'écrasement dans l'eau, par exemple, détermine le gonflement des grains, et permet aux zones denses d'absorber de l'eau et de devenir semblables aux zones aqueuses. Il ne s'agit donc plus que de démontrer que l'accroissement du grain, par apposition d'une couche externe, peut développer des forces mécaniques capables de déterminer, dans les couches déjà existantes, des modifications de même nature.

Les tensions qui existent dans le grain, et qui ont été déterminées et mesurées par Nägeli, ont pour effet de provoquer un écartement des molécules et de permettre la pénétration de l'eau dans leurs intervalles.

Le grain primitif sphérique et homogène, recevant par apposition une nouvelle couche externe qui s'accroît plus fortement, la partie centrale est étirée, tiraillée, absorbe de l'eau, et devient molle et aqueuse. Cette absorption d'eau a pour effet de diminuer les différences de tension et de rétablir, entre les diverses parties du grain, un équilibre provisoire, équilibre bientôt rompu par l'apposition d'une nouvelle couche externe. La tension se rétablit alors dans toute la partie dense, dont les molécules centrales, tiraillées, s'écartent et permettent la pénétration d'une certaine quantité d'eau. Ainsi se forme, au milieu de la couche dense externe, une zone interstitielle aqueuse. La croissance du grain se continue ainsi, et les couches nouvelles prennent naissance de la même manière.

Quant à l'irrégularité de l'accroissement de certains grains, elle serait uniquement due à leur position, relativement au corpuscule générateur. Si le grain d'amidon a pris naissance sur le bord du grain de chlorophylle ou du corpuscule amylogène, il doit recevoir, par le point de contact, une quantité très considérable de substance, quantité qui diminue en gagnant l'autre extrémité ; l'apposition et, par suite, l'accroissement seront donc plus forts sur la face qui regardera le corps générateur.

Enfin, pour Schimper, la théorie de l'apposition peut rendre compte des particularités que présentent les grains composés, et dont les principales sont :

Les différences de forme et de consistance qui existent entre les granules composants et les jeunes grains simples de même volume. — La position toujours excentrique des hiles des granules composants. — La formation tardive de fentes dans la substance des grains composés.

Il admet que, dans tous les cas, les grains composés, comme les grains agrégés, sont formés par la réunion de grains primitivement simples ; ces derniers, dans le cas des grains composés proprement dits, sont nés sur le même amylogène, ce qui explique la position des hiles. Quant aux différences de forme et de consistance, comme à l'apparition des fentes, ces circonstances seraient uniquement dues aux modifications déterminées dans la tension du grain par l'apposition de nouvelles couches externes.

Nous verrons plus loin que, lorsqu'il doit être utilisé pour la nutrition de la plante, le grain d'amidon est dissous, souvent d'une façon fort irrégulière, de sorte que sa surface peut être corrodée, lobée, et même perforée. Si, à ce moment, le mouvement nutritif s'arrête et permet l'accumulation de nouvelles réserves, ces grains commenceront de nouveau à s'accroître.

Schimper a pu constater que, dans ce cas, il se forme, autour du grain primitif corrodé, des enveloppes successives, dont les premières portent encore les traces des inégalités de la surface : ces traces vont s'effaçant à mesure qu'augmente le nombre des couches nouvelles.

Cette observation apporte à la théorie de l'apposition un argument de grande valeur ; mais, d'autre part, se présente une objection qui mérite d'être mentionnée. On a constaté, en effet, sans doute possible, l'accroissement par intussusception des membranes cellulaires ; or, puisque l'amidon est le corps qui se rapproche le plus de la cellulose, il est difficile de croire qu'il obéisse, dans son accroissement, à des lois si différentes. A cela, Schimper répond que la preuve de ce processus a été donnée seulement pour l'accroissement des membranes en surface, mais non pour leur accroissement en épaisseur ; or, dans l'accroissement superficiel d'une membrane cellulaire, un élément entre en jeu, qui ne peut agir sur le grain d'amidon, c'est la turgescence des cellules, qui a pour premier effet de distendre leurs parois au delà des limites de l'élasticité, et de permettre l'introduction de nouvelles molécules entre les intervalles agrandis de celles déjà existantes.

Établie sur de consciencieuses observations, cette théorie, concernant le développement de l'amidon dans *Dolichos Lablab* et *Cereus speciosissimus*, a été soumise récemment à une nouvelle épreuve par de nouvelles observations sur le développement de cette même fécule dans les rhizomes d'*Iris pallida* et *germanica* (1). A. Meyer, après avoir déclaré que les observations et les interprétations de Schimper relativement à l'accroissement de l'amidon ne détruisent pas les bases sur lesquelles repose la théorie de Nägeli, conclut que les phénomènes par lui observés sur l'amidon des

(1) *Recherches sur l'accroissement des grains d'amidon* (*Botanische Zeitung*), 1881. Traduction abrégée dans les *Ann. des sc. nat.*, 6e série, vol. II, p. 265, 1881.

(1) A. Meyer, *Ueber die Structur der Stärkekörner* (*Botanische Zeitung*, nos 51 et 52, 1881).

rhizomes d'Iris, relativement à leur accroissement, s'expliquent beaucoup mieux par la théorie de l'apposition.

Pour Schimper en somme, les grains d'amidon ne seraient en dernière analyse rien autre chose que des groupes de cristalloïdes, des sphérocristaux de matière amylacée, qui se distingueraient des sphérocristaux d'*Inuline,* surtout en ce que ces derniers ne se forment pas spontanément dans un organisme à l'état physiologique.

Résorption de l'amidon. — Nous avons déjà vu par quels procédés chimiques s'effectue la résorption de l'amidon, lorsque la réserve nutritive qu'il constitue doit être utilisée pour la nutrition du végétal. Nous savons qu'il s'opère alors, sous l'influence de la diastase, un dédoublement de la substance amylacée en deux composés solubles, la dextrine et le glycose. Il ne nous reste plus, pour terminer cette étude, qu'à examiner de quelle manière et suivant quelle progression cette action s'exerce sur le grain.

Étudiée d'abord par Schleiden (*Physiologie des plantes et des animaux),* cette question a été reprise depuis par Nägeli (*Die Stärkekörner*), Trécul (*Des formations vésiculaires,* etc.), puis par A. Gris (*Développement et résorption de la fécule dans les graines en germination*).

Dans les grains composés et dans la plupart des grains de dimensions restreintes, la dissolution s'opère régulièrement, attaquant d'abord les couches externes, puis se propageant vers le centre, jusqu'à ce que le grain ait disparu tout entier. Dans les grains simples volumineux, la résorption, au lieu d'être *égale* comme dans le cas précédent, devient *locale* et n'attaque plus le grain que sur certains points déterminés, découpant dans sa masse des dessins qui peuvent varier à l'infini, et dont les principaux ont été figurés par A. Gris.

Trécul, par contre, admet une autre division dans le mode de résorption du grain, et établit deux catégories, suivant que la résorption dévoile ou ne dévoile pas sa structure concentrique.

Les faits qui précèdent résument à peu près l'état actuel de la science pour ce qui concerne la structure de l'amidon et son développement dans l'économie végétale. On voit combien il reste encore à faire pour transformer en notions exactes et précises les données que nous possédons déjà, et dans lesquelles la théorie joue évidemment un rôle trop considérable.

En l'état actuel, si nous parvenons à expliquer les faits les plus connus et les mieux observés, il nous est à peu près impossible de rattacher à la théorie d'autres phénomènes récemment et incomplètement observés, il est vrai, mais qui doivent, pour cette raison même, attirer vivement l'attention des expérimentateurs.

Nous citerons comme exemple le fait curieux de verdissement signalé par Wiesner, puis par Prillieux dans *Neottia nidus avis.* Cette plante (Orchidées) est absolument dépourvue de chlorophylle et tire, selon toute apparence, ses éléments nutritifs des débris végétaux (feuilles mortes et brindilles) sur lesquels elle vit. Toutes ses parties, fleurs, feuilles et hampes, sont colorées en brun fauve, par suite de la présence, à l'intérieur des cellules, de corpuscules spéciaux, bruns, de forme cristalline, et que les réactions montrent formés de substance protéique ; ce sont donc de véritables cristalloïdes.

Wiesner (1), ayant placé dans l'alcool, pour les conserver, des fragments de *Neottia nidus avis,* constata l'apparition d'une coloration verte, due, il le reconnut ensuite, à la transformation de ces cristalloïdes en grains de chlorophylle ; d'après lui, cette modification s'opérerait sous l'influence de tous les dissolvants de la chlorophylle, qui détermineraient d'abord la production de la matière verte, puis sa dissolution. Prillieux (2) reprit ces expériences, constata d'abord que d'autres agents, tels que les acides, les alcalis, la chaleur même, jouissent de la même propriété ; puis il fut amené à étudier le développement des cristalloïdes. Voici les résultats de ses observations :

« Dans le jeune bourgeon, les cellules ne contiennent encore que de l'amidon en grains plus ou moins agglomérés. Dans un bourgeon plus gros, peu avant l'épanouissement, on voit les grains de fécule couverts d'un enduit brun clair. Puis cette substance brunâtre augmente d'épaisseur en certains points, se façonne en angles saillants, et forme ainsi peu à peu un cristalloïde autour d'un noyau de fécule. A mesure que la matière brunâtre augmente et qu'elle accuse plus nettement la forme cristalline, l'amidon contenu à son intérieur diminue progressivement, et enfin, dans les cristalloïdes que contiennent les fleurs plus avancées, on n'en trouve plus d'ordinaire la moindre trace.

« Ainsi on voit que la *matière protéique* qui forme le cristalloïde *est produite aux dépens des grains de fécule* qu'elle enveloppe. Quant aux petits grains de fécule que l'on rencontre dans les cristalloïdes bien formés, ils paraissent n'être rien autre chose que les derniers restes du riche dépôt d'amidon qui a précédé l'apparition des cristalloïdes et qui s'est épuisé pendant leur formation. *Rien de ce que j'ai vu ne me permet d'admettre qu'ils soient jamais analogues aux grains de fécule qui se forment à l'intérieur des grains de chlorophylle sous l'influence de la lumière.* »

Quelles conclusions faudrait-il tirer de cette observation ? Serait-il permis d'admettre que l'amidon, provenant d'un dédoublement des corps azotés, est capable, en certaines circonstances, de reconstituer des corps analogues ? Vaut-il mieux croire que les matières ternaires, dont l'amidon peut être considéré comme le type, peuvent, après être nées directement de l'union de corps inorganiques, s'assimiler une certaine quantité d'azote, pour former des composés organiques encore plus complexes ? Mais dans ce cas, d'où tirent-ils cet azote qui leur est nécessaire pour de telles modifications, dans quelles circonstances cette assimilation est-elle possible ? Nous sommes bien obligé de nous arrêter à ces questions, et de demander un nouvel apport de faits et d'observations

(1) *Unntersuchungen über die Farbstoffe einiger für chlorophyllfrei gehaltenen Phanerogamen, in Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik,* Band VIII, Heft 4, 1772.

(2) *Sur la coloration et le verdissement du Neottia nidus avis, Ann. des sc. nat.*, 5e série, vol. XIX, 1874.

minutieuses, avant que nous puissions seulement essayer de les résoudre.

Quoi qu'il en soit, il nous faut constater que des relations étroites existent évidemment entre les réserves carbonées et les corps protéiques. Il serait difficile de citer, à l'appui de cette proposition, un meilleur exemple que celui qui nous est fourni par les expériences bien connues de Van Tieghem sur la germination de l'albumen, après que cette réserve alimentaire a été séparée de l'embryon (1).

Pendant sa période de formation, l'endosperme du ricin contient de l'amidon, qui disparait plus tard, pour être remplacé par de nombreux globules d'aleurone, lesquels forment la réserve nutritive de l'embryon. Pendant la germination normale, ces grains d'aleurone se résorbent et disparaissent, les produits de leur décomposition étant, au fur et à mesure, absorbés par l'embryon. Mais, dans un albumen séparé de l'embryon, on constate que, la résorption de l'aleurone se produisant comme dans les conditions normales, les produits auxquels donne naissance cette modification, ne trouvant plus leur emploi dans la nutrition de la jeune plante, se déposent de nouveau dans les tissus de l'albumen, et cela, sous forme de grains d'amidon; « de sorte que cet albumen, purement oléagineux et aleurique au début, tend à se transformer en albumen amylacé ».

Nous voyons donc ici, d'une part, l'amidon donnant naissance à l'aleurone avec ses éléments de réserve azotée (*cristalloïde*) et de réserve phosphatée (*globoïde*), et inversement, l'aleurone retournant à l'état amylacé.

D'autre part, nous ne devons pas oublier que, mise en présence des substances ternaires (*amidon*, corps gras, inuline, hydrates de carbone, etc.), l'asparagine, presque toujours contenue dans les jeunes pousses des végétaux, s'y combine aussitôt pour former des principes albuminoïdes. Cette observation, en même temps qu'elle explique une des nombreuses relations qui existent entre les réserves carbonées et les corps protéiques, rend compte d'un fait que j'ai récemment constaté lors de mes recherches encore inédites sur la transformation des alcaloïdes dans la graine pendant la germination. Dans les graines des olanées et en particulier de *Datura tatula*, qui sont à la fois alcaloïdiques (*Daturine*) et amylacées, j'ai constaté que la digestion de la matière azotée alcaloïdique s'opère avant la transformation de l'amidon en glycose, ce qui se comprend très bien, étant donné que ce glycose donnerait naissance de suite à un composé protéique s'il était absorbé en même temps que l'alcaloïde qui se transforme avant de passer dans le jeune plantule en asparagine. Or l'asparagine existe toujours pendant quelque temps dans la jeune plante où elle a sans doute à jouer un rôle important. Quand elle persiste dans la plante adulte (*asperge*, etc.), c'est que cette dernière ne reçoit pas assez d'éléments hydrocarbonés pour transformer cette asparagine en matière protéique.

On le voit, le champ reste largement ouvert à de nouvelles recherches, et des expériences entreprises dans ce sens peuvent encore être fécondes en résultats du plus haut intérêt pour la physiologie végétale; elles permettraient en effet de pénétrer un peu plus avant dans l'étude des transformations subies par les principes nutritifs pour produire les nombreuses combinaisons qui constituent la portion organique de la plante, et d'apporter ainsi quelques éléments nouveaux à une partie de la science aujourd'hui encore à peine ébauchée.

Édouard Heckel.

(1) *Sur la digestion de l'albumen* (*Ann. des sc. nat.*), 6e série, vol. IV, p. 180, 1876.

PHYSIQUE

Application de la photographie à l'étude des infiniment grands et des infiniment petits (1).

§ 2. — PHOTOGRAPHIE DES OBJETS MICROSCOPIQUES.

I.

Il en est des infiniment petits comme des infiniment grands. Pour bien connaître le plus infime animalcule, il ne suffit pas de le considérer sous son dernier état; il faut aussi en étudier toutes les métamorphoses, comparer entre eux les différents dessins qui le représentent aux divers stades de son évolution. Mais on sait combien il est difficile, même à l'histologiste le plus exercé, de reproduire exactement par le dessin les images virtuelles que donne le microscope. C'est un travail pénible, qui exige beaucoup d'habileté, de temps, de patience, et dans lequel l'imagination de l'opérateur intervient trop souvent. Veut-on exclure toute fantaisie en recourant à la chambre claire, on introduit dans les diverses régions représentées un défaut de proportion d'autant plus sensible que l'étendue du dessin est plus considérable. Pour remédier à cette déformation progressive, on a bien proposé l'emploi de la *planchette inclinée*, correction utile sans doute, mais encore imparfaite, la planchette étant plane et par conséquent tangente à la surface sphérique qui coupe tous les rayons visuels à la même longueur.

En présence des difficultés du dessin, il était naturel d'essayer de lui substituer un procédé en quelque sorte tout mécanique, présentant l'avantage d'une rapidité supérieure et d'une fidélité absolue. Aussi l'idée de photographier les objets microscopiques en les amplifiant vint-elle à l'esprit des savants dès que la photographie elle-même fut connue. En 1840 Vincent Chevalier (2), puis en 1845 Léon Foucault et Donné instituaient déjà une longue série d'expériences en vue d'obtenir par le daguerréotype l'image agrandie des tissus dont les éléments sont invisibles à l'œil nu. Leurs efforts

(1) Voyez la *Revue scientifique* du 25 mars 1882, p. 353.

(2) A la même époque, Donné en France, Talbot et Dancer, puis Kingsley en Angleterre, entreprirent des recherches du même ordre.

eurent pour résultat le plus important d'encourager plus tard le docteur Monckhoven en Belgique, M. Harting en Hollande, Brébisson, MM. Moitessier, Rouget, Aimé Girard et Davanne en France, M. Koch en Allemagne et quelques autres investigateurs (1) à poursuivre le même ordre de recherches par la photographie aux sels d'argent.

Brébisson, qui a laissé de si beaux travaux sur la flore normande, réussit le premier à représenter par la photographie les diatomées de France. Le système dont il faisait usage est celui que M. Nachet construit encore maintenant. Brébisson l'a décrit, en 1855, dans son *Traité complet de photographie sur collodion*, au chapitre intitulé : *Application du collodion aux études microscopiques*. Il consiste en un microscope droit sans oculaire posé sur une table horizontale; celle-

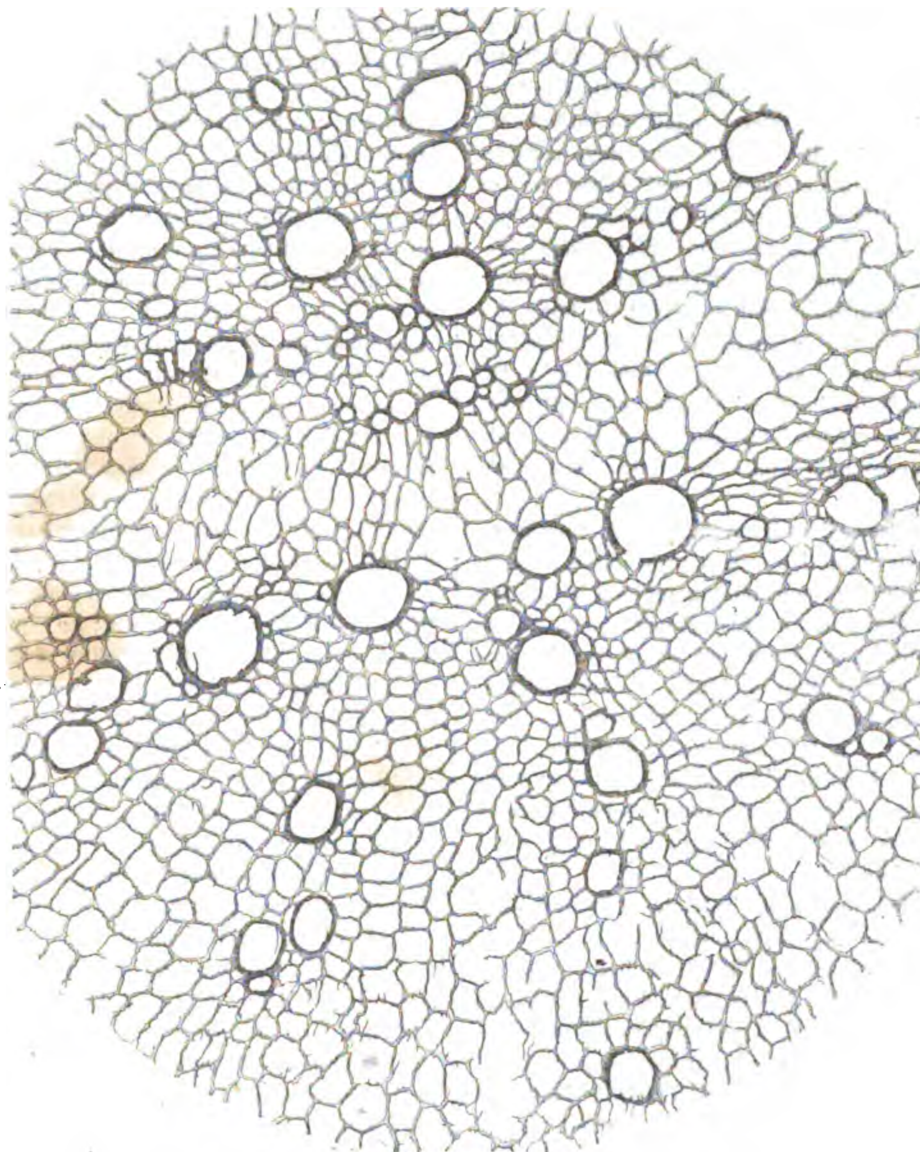


Fig. 21. — Coupe transversale du centre de la racine âgée du *Lappa major*, d'après un cliché de M. Louis Olivier. (Le cliché de verre a été reproduit sur zinc. Le report des vaisseaux en a nécessité la retouche.)

ci supporte une chambre noire verticale à soufflet, terminée vers le bas par un cône de drap dont l'axe coïncide avec celui du microscope et qui en enveloppe le tube. Deux miroirs que l'on peut incliner dans tous les sens permettent d'éclairer par transparence la préparation placée sur le porte-objet du microscope. Ce dispositif est très incommode, l'opérateur ne pouvant faire mouvoir que l'une après l'autre la vis micrométrique du microscope et la crémaillère de la chambre noire pour mettre au point et obtenir l'agrandissement désiré; dans ces conditions d'ailleurs l'agrandissement est toujours faible.

En disposant la chambre noire et le microscope horizontalement, M. Moitessier simplifie considérablement la ma-

(1) Richard Hodgson, le Rév. Read, Diamond, Delves, Archer, Wenham, Highley, le docteur Maddox, en Angleterre; — Mayer, Albert, Hesseling, Kallmann, Gerlach, Helwig, en Allemagne; — Dean, Draper, Woodwards et Curtis, aux États-Unis; — Guinard, Donnadieu, de Lisleferme, le comte de Castracanne, en France.

nœuvre. Le plus souvent cependant, l'opérateur qui regarde l'image sur la glace dépolie, pour l'y mettre au point, ne peut atteindre de ses mains le mouvement lent du microscope ; inconvénient grave auquel M. Moitessier a en partie remédié en munissant le microscope d'un prisme à réflexion totale, ce qui permet de placer cet instrument dans le sens vertical et réduit par là même la distance de la vis micrométrique à la glace dépolie (1).

C'est ce système que M. Aimé Girard a adopté en y adjoignant plusieurs modifications dont la principale est l'éclairement à la lumière oxyhydrique. Grâce à cet éclairement, on peut photographier les objets microscopiques à toute heure du jour et de la nuit. C'est là un perfectionnement considérable. M. Girard a recouru à ce système pour représenter sur verre et projeter ensuite sur un écran, à son cours du *Conservatoire des arts et métiers,* ses belles préparations végétales. C'est ainsi qu'il a rendu son nombreux auditoire témoin des curieuses transformations que subissent les fibres des plantes dans la fabrication du papier. Le même procédé lui a permis de montrer aussi à ses élèves la formation de l'amidon et du gluten, la localisation des substances nutritives dans les cellules et en général des matières d'origine végétale que l'homme utilise pour son alimentation ou l'apprêt de ses vêtements.

Frappé des avantages de l'éclairement artificiel, nous avons essayé de nous servir d'une lanterne à projections (modèle Duboscq) et d'un chalumeau pour photographier à la lumière oxyhydrique des préparations microscopiques ; nous substituions une glace sensible à l'écran sur lequel nous les projetions. Nous avons par ce moyen obtenu une amplification considérable et un champ très étendu. Mais, vu la grande distance de la lanterne à la plaque photographique, il est très difficile dans ces conditions d'effectuer la mise au point avec exactitude, alors même qu'une transmission permet à l'opérateur, placé près de la glace, de régler le mouvement des lentilles amplifiantes.

La comparaison de la lumière oxyhydrique et de la lumière du soleil nous a d'ailleurs montré que la seconde est préférable pour pénétrer les objets très fins et très petits qu'on ne peut voir avec les objectifs faibles. Nous avons vainement tenté, dans les ateliers de M. Duboscq et avec l'obligeant concours de cet habile constructeur, d'obtenir sur un écran une image bien détaillée d'un épiderme de feuille dont nous avions réussi à photographier les stomates et toutes les cellules à la lumière directe du soleil.

II.

Dans le but de réduire les frais de construction, M. Huberson a simplifié l'appareil microphotographique en adaptant tout simplement une lentille de microscope à une chambre noire ordinaire privée de ses verres. Cette disposition ne permet pas aussi bien que la lanterne d'obtenir à un très fort grossissement des images de grandes dimensions. La puissance de l'amplification constitue, en effet, dès qu'elle dépasse 30 ou 40 diamètres, une sérieuse difficulté. M. Moitessier, M. Ravet et M. Aimé Girard en ont triomphé en réduisant les dimensions du champ photographique. Sur les clichés de M. Girard, lorsque les cellules sont bien nettes, c'est-à-dire grandies de 100 à 200 diamètres, le cliché n'en comprend qu'un petit nombre. Si, au contraire, une coupe transversale de graine ou de tige y est embrassée, l'œil n'y distingue que les diverses régions, et non les éléments constitutifs eux-mêmes.

On parvient cependant à augmenter à la fois l'étendue du champ optique et le grossissement, en éloignant de plus en plus des objectifs la glace sensible. Pour étudier ce procédé, nous avons répété dans le laboratoire et avec l'aide d'un ami, M. Ch. Cottereau, amateur distingué de photographie, l'expérience faite par les docteurs Woodward et Curtis au *Medical Army Museum,* des États-Unis. Cette expérience consiste à placer horizontalement un microscope à charnière au travers du volet d'un cabinet obscur, de telle sorte que le miroir, la préparation et l'objectif soient à l'extérieur, tandis que l'extrémité opposée du corps est à l'intérieur de la pièce. En arrière, sur une planchette à coulisses latérales, glisse un cadre de bois susceptible de recevoir une glace dépolie ou une plaque sensible. A mesure qu'on éloigne la glace de l'objectif, l'agrandissement augmente ; on pourrait donc l'obtenir aussi considérable qu'on le désire, si l'on ne diminuait pas par là même, comme nous l'avons vu, la finesse de l'image. Il y a aussi diminution de l'intensité de la lumière en raison directe du carré de la distance. Le procédé n'est donc bon que pour les faibles grossissements. MM. Lachenal et Favres, photographes à Paris, s'en servent avec succès pour photographier des phylloxeras, l'armature buccale de certains diptères, en un mot tous les objets dont on distingue à la loupe les diverses parties.

En le pratiquant, nous avons reconnu que, même dans le cas d'un faible grossissement, *pour bien mettre l'image au point sur la glace, la lumière diffuse la plus éclatante ne suffit pas ; ce sont les rayons solaires eux-mêmes qui, passant par l'axe de l'objectif, doivent éclairer la glace dépolie lorsqu'on en déplace le support ou qu'on tourne la vis du mouvement lent.*

Nous avons mis à profit cette leçon de l'expérience quand nous avons essayé d'adapter un objectif faible de microscope à la chambre noire d'un appareil photographique ordinaire, comme le fait M. Huberson ; et nous avons constaté qu'en effet, lorsqu'on a grand soin de *mettre au point avec une vive lumière et d'opérer avant que l'intensité de cette lumière ait changé,* l'image est assez nette. Mais avec un objectif faible, la distance de la glace à la préparation est trop courte, dans le système de M. Huberson, pour permettre d'obtenir un fort agrandissement (1).

(1) Voyez Moitessier, *la Photographie appliquée aux recherches micrographiques.* Paris, 1866, J.-B. Baillière et fils ; — Jules Girard, *la Chambre noire et le microscope, photomicrographie pratique.* Paris, 1870, Savy ; — Huberson, *Précis de microphotographie.* Paris, 1879, Gauthier-Villars ; — *le Microphotographe.* Paris. J. Lechevalier, 1879.

(1) Nous n'entendons nullement par là contester les mérites du

Avec ces sortes d'objectifs, la lumière solaire peut être si éclatante qu'elle gêne l'œil pour la mise au point. Dans ce cas, on place sur le trajet des rayons, en avant de la préparation, une cuve de verre à faces parallèles remplie de sulfate de cuivre (fig. 22); on la retire dès que le point est réglé.

L'axe du faisceau de lumière qui agit sur la plaque sensible devant toujours coïncider avec l'axe de l'appareil photographique, le mouvement du soleil exige que l'on change pour chaque épreuve la position de l'instrument, à moins de maintenir absolument fixe la direction du rayon lumineux

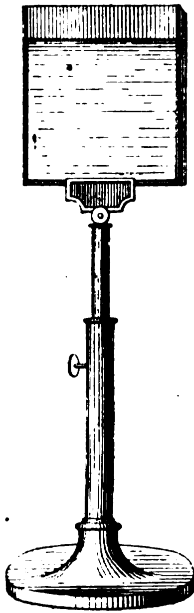


Fig. 22.

au moyen d'un héliostat. Celui de Foucault conviendrait parfaitement; mais il est très dispendieux. M. Rouget, à qui l'on doit de très belles photographies histologiques, se sert d'un appareil beaucoup moins cher et tout aussi commode qui a été construit pour la première fois, en 1878, par MM. Hartnack et Prazmowski. Il consiste (fig. 23) en un mouvement d'horlogerie, qui, une fois orienté et remonté, fait faire en vingt-quatre heures un tour complet à un miroir dont la surface plane contient toujours l'axe du monde. De cette façon, la position du rayon incident sur le miroir, et, par conséquent du rayon réfléchi, demeure invariable. On oriente l'appareil en plaçant sur l'axe du mouvement une règle qui porte à l'une de ses extrémités une branche perpendiculaire figurant l'équation du temps et les déclinaisons du soleil, et à l'autre extrémité une pinnule percée d'un très petit orifice. Le rayon qui le traverse doit indiquer par un point lumineux sur la branche opposée le jour et l'heure où l'on opère. On s'assure de l'heure exacte à l'aide d'une bonne montre, et, le support de l'instrument étant bien horizontal, on fait tourner, on incline le mouvement jusqu'à ce que l'heure indiquée par la règle sur le cadran coïncide avec l'heure vraie.



Fig. 23.

Puis on substitue à la règle le miroir plan, et l'appareil fonctionne toute la journée, sans qu'on ait à y mettre la main.

M. Rouget place cet héliostat sur une plate-forme extérieure au cabinet noir de son laboratoire de physiologie générale, au Muséum. Une fente pratiquée dans un volet permet d'y recevoir le rayon horizontal réfléchi par le miroir dans une direction constante. On peut donc assujettir la chambre noire dans une position fixe, et, de cette façon, éviter les ébranlements et les déplacements malencontreux que l'opérateur risque de lui imprimer dans l'obscurité. En suivant cette méthode, M. Rouget est arrivé à de très beaux résultats. Il a obtenu la photographie des terminaisons motrices des nerfs et en particulier de la plaque qui, en histologie, porte son nom. C'est ici le lieu de faire remarquer combien la photographie est supérieure au dessin. Avant d'abandonner la théorie de la terminaison des nerfs en anses dans les muscles, que les travaux de Doyère, de Quatrefages, Meissner et Kölliker avaient ébranlée, on a longtemps discuté sur l'arborisation du lézard, le buisson de Kühne et la plaque de Rouget, chaque observateur attribuant à une interprétation erronée de ses contradicteurs les dessins qui contrariaient ses vues. Tandis que l'on pouvait avec raison reprocher au dessin de *traduire* trop souvent les faits, la photographie les reproduisit brutalement tels qu'ils sont, sans partialité, et rendit le doute impossible. Et c'est ainsi qu'elle a contribué aux progrès même de la science.

III.

L'héliostat qui a été employé par M. Rouget pour la photographie microscopique des nerfs et des muscles a, comme tous les instruments de ce genre, l'inconvénient d'envoyer moins de lumière au microscope que ne fait un miroir concave. Pour cette raison, avec M. Cotterau, nous avons préféré nous passer d'héliostat et disposer notre appareil microphoto-

microphotographe de M. Huberson. La nature spéciale de nos recherches histologiques nous en a interdit l'usage; mais nous nous empressons de dire que dans le plus grand nombre des cas, c'est un des appareils destinés à rendre le plus de services, eu égard à la simplicité de la construction, aux modifications qu'il admet et à la modicité du prix.

graphique de telle façon qu'on pût l'orienter rapidement pour chaque épreuve. Nous l'avons monté sur un pied très solide de chambre noire. Au moyen d'une grosse vis et d'une crémaillère, la planchette s'élève tout en restant horizontale ou s'incline au gré de l'opérateur. Le support de l'appareil est assujetti par une vis à la planchette sur laquelle on peut le faire tourner autour de l'axe vertical du pied.

Nous fixons la préparation à l'aide de deux valets sur la plate-forme rendue verticale d'un microscope à inclinaison ; on peut ainsi y accéder sans embarras et la faire glisser avec une grande douceur. Nous éloignons l'objectif de la chambre noire, laissant entre eux une distance moyenne de 40 centimètres, susceptible de varier beaucoup. Suivant les cas, nous conservons ou non au microscope son oculaire plan convexe, et adaptons à la chambre noire deux grandes lentilles achromatiques presque contiguës dont l'antérieure est convexe concave et la postérieure convexe plane. Ces deux lentilles laissent entre elles un petit espace vide, leurs faces opposées appartenant à des sphères concentriques. L'effet de ces deux verres, de pouvoirs dispersifs différents, est celui d'une lentille convexe plane, qui achromatise en même temps qu'elle grandit. Une crémaillère et un pignon, qui font avancer ou reculer le tube de laiton où elles sont, permettent à l'opérateur de mettre l'image au foyer.

Le tube de laiton ou de cuivre est prolongé au delà de ces lentilles, de façon à recouvrir l'oculaire et le corps du microscope. Un cercle de caoutchouc, maintenu vertical à l'aide d'une virole, ferme la base antérieure du cylindre de laiton. Ce caoutchouc est percé à son centre d'un orifice circulaire dans lequel le corps du microscope s'engage jusqu'à environ la moitié de sa longueur. Il peut ainsi glisser à frottement doux sur ce corps sans le déplacer, lorsqu'on fait mouvoir le pignon du tube enveloppant ; et inversement, la vis micrométrique du microscope peut fonctionner sans changer la position des verres adaptés à la chambre noire.

Ainsi, pour éclairer la glace dépolie et bien mettre au point, l'opérateur n'a qu'à tourner la vis du mouvement lent et le pignon de la chambre noire. Il peut faire varier les agrandissements, soit en changeant les objectifs du microscope, soit en allongeant le soufflet de la chambre noire, *suivant qu'il désire avoir la photographie des plus petits détails de la préparation ou un champ optique d'une grande étendue*. Il peut obtenir ces deux résultats simultanément, à la condition d'augmenter à la fois le *tirage* de la chambre noire et la force de l'objectif du microscope. Dans ce cas, l'intensité de la lumière est diminuée ; la pose doit durer plus de temps pour que l'épreuve soit bonne.

Dans notre appareil, le microscope et la chambre noire sont fixés sur un support commun, la partie mobile de la chambre pouvant être tirée vers l'arrière de la planchette ; l'axe du microscope coïncide avec celui de la chambre. Une tige de fer et deux écrous le maintiennent constamment dans cette position.

Au devant du porte-objet est situé un miroir, concave ou plan, selon les circonstances, monté sur une double articulation. Mobile dans tous les sens, il sert à réfléchir les rayons solaires dans l'axe du système optique. On peut s'en passer et faire de bonnes épreuves microphotographiques en recevant directement les rayons solaires sur la préparation. Cela exige que l'appareil soit très oblique.

Mais nous préférons de beaucoup la lumière réfléchie, parce que, dirigeant plus facilement le miroir comme il nous plaît, nous pouvons faire tomber sur l'objet à photographier des rayons lumineux s'écartant un peu de la normale. Tous les micrographes savent en effet qu'avec l'éclairement légèrement oblique, on voit des détails que l'éclairement tout à fait axial ne permet pas de distinguer. Nous avons tenu compte de ce fait en microphotographie, et, en conséquence, nous avons opéré comme suit.

Nous commencions par orienter l'appareil et le miroir de façon à bien éclairer la glace dépolie ; puis, en faisant glisser la préparation sur la plate-forme verticale du microscope, nous cherchions la région que nous désirions photographier ; quand elle était comprise dans le champ optique, nous fixions définitivement la préparation en appuyant sur les valets qui la soutenaient ; après quoi nous mettions au point. Cette opération terminée, nous inclinions le miroir jusqu'à ce qu'il n'y eût plus décomposition de lumière. Il importe d'arrêter le mouvement du miroir *juste au moment où cette décomposition cesse*. C'est alors que les détails de la préparation acquièrent le plus de netteté (1).

Lorsque le ciel est très pur vers le solstice d'été, il est inutile de concentrer la lumière sur la préparation autrement qu'avec le miroir concave. Mais si le soleil n'est pas fort, l'emploi de lentilles convergentes devient indispensable avec un objectif puissant. On les place dans le tube porteur des diaphragmes au-devant de la préparation. C'est sur celles-ci qu'elles condensent la lumière. M. Nachet construit un *condensateur oblique* qui dirige la lumière suivant une ligne presque parallèle à l'axe du microscope. M. Ravet en a obtenu de bons résultats en photographie.

Cet habile expérimentateur ne se sert pas de l'oculaire du microscope, parce qu'étudiant particulièrement les diatomées, il s'est appliqué à obtenir de forts grossissements et n'a eu besoin d'embrasser qu'une portion extrêmement petite de ses préparations. Mais il est bien évident que si l'on veut reproduire à un fort grossissement et avec un champ très étendu tous les détails que présente une grande surface de la préparation, il est impossible d'y arriver avec un objectif puissant. Plus un objectif est fort, plus il doit être rapproché de la préparation ; par conséquent, plus la surface qu'il embrasse est petite. Ainsi *le choix de l'objectif est déterminé par la grandeur de la surface à l'exploration de laquelle on le destine*. On ne peut donc pas toujours lui demander de grossir les objets autant qu'on le désire, et, pour arriver à ce résultat, la commodité de la manipulation limi-

(1) Quand on recourt à la lumière solaire, peu de temps après la pluie, pour photographier des préparations microscopiques, on n'obtient généralement que des insuccès. La grande humidité de l'atmosphère détermine une décomposition de lumière qu'il n'est guère possible d'éviter.

tant le tirage de la chambre noire, il est souvent nécessaire d'accroître encore la divergence des rayons. C'est pourquoi nous avons conservé l'oculaire, et même ajouté à ce système deux lentilles d'effet similaire et de moindre courbure. Nous sommes arrivés ainsi à obtenir simultanément :

1° Un fort grossissement sans nuire à la finesse de l'épreuve;

2° Un champ photographique très étendu, embrassant une surface relativement très grande de la préparation. On y voit non seulement les éléments histologiques dont la représentation importe le plus, mais aussi ceux qui les entourent et avec lesquels ils ont des rapports d'origine, de situation ou de fonction physiologique. Nous avons obtenu sur 200 clichés un champ de 18 centimètres de diamètre, et cette année même nous l'avons porté jusqu'à 30 centimètres. Ce fait met bien en lumière un des grands avantages de la photographie

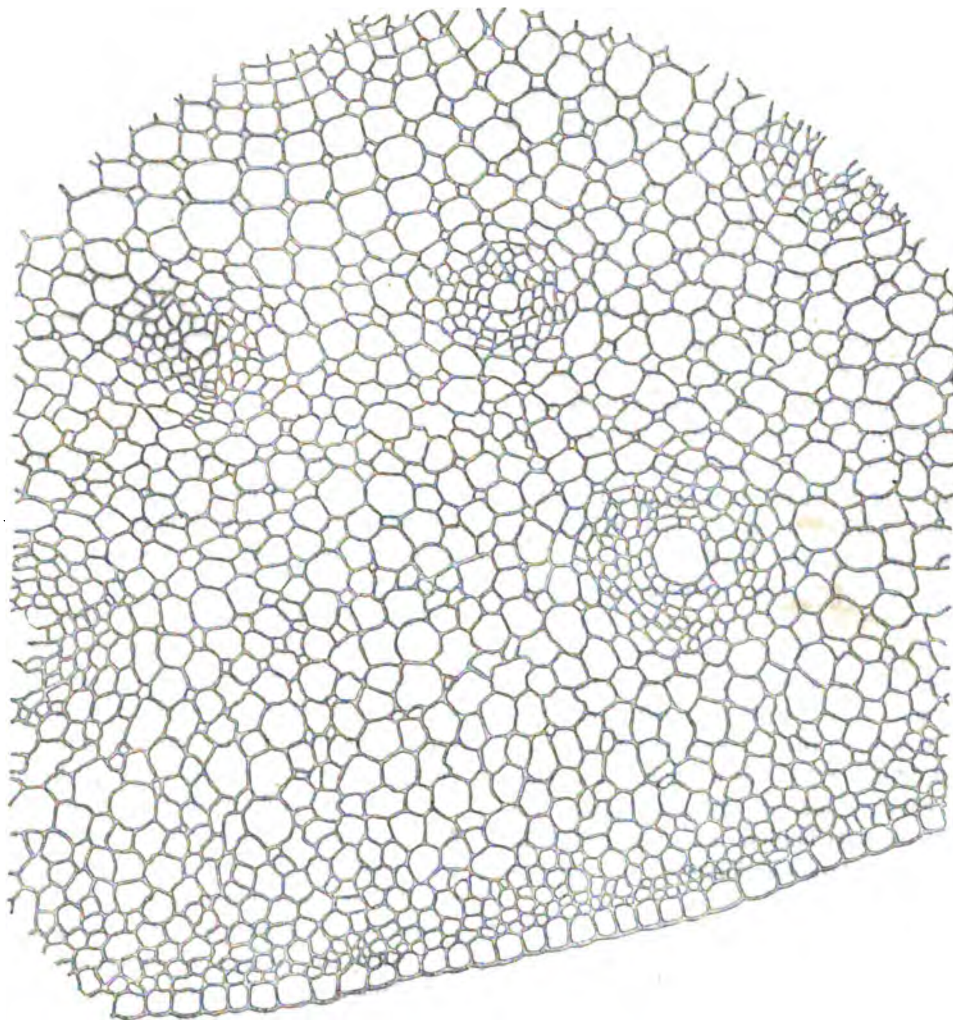


Fig. 24. — Coupe transversale de la zone corticale externe d'une jeune racine du *Philodendron Houlletianum*, avec ses canaux sécréteurs. (Transport sur zinc du cliché photographique de M. Louis Olivier.)

sur le dessin : non seulement un dessin histologique de ces dimensions est forcément inexact ; mais, de plus, le temps requis pour l'exécuter est tellement long que souvent l'observateur n'ose même pas l'entreprendre.

Il arrive souvent que les objets microscopiques présentent des parties antiphotogéniques. Pour en obtenir la photographie, on peut, dans le cas des grossissements faibles, recourir à un procédé dont M. Duboscq a souvent fait avec succès l'ingénieuse application : on remplit une cuve de verre à à faces parallèles d'un liquide de couleur identique à la teinte antiphotogénique de la préparation. Les éléments à reproduire n'offrant plus dans ces conditions que de petites différences de pouvoirs photogéniques, le cliché parvient, après un long temps de pose, à les accuser.

Mais si l'amplification est forte, il est préférable de colorer uniformément la totalité de la préparation. La difficulté consiste à bien fixer la matière colorante. M. le docteur Luys, dont on connaît les habiles recherches sur le système nerveux, l'a complètement vaincue, du moins pour la substance de la moelle et du cerveau. Après l'avoir durcie suivant la méthode ordinaire, il la plonge dans une solution aqueuse d'une couleur d'aniline qu'il prépare de telle façon que la substance nerveuse retienne la matière colorante après avoir été traitée par l'alcool étendu, puis l'alcool absolu.

Les cellules pyramidales du cerveau sont si petites que, selon M. Luys (1), un millimètre carré en contient environ 110; aussi doit-on, pour les photographier, employer de forts grossissements. Ce savant se sert, dans ce but, d'objectifs à immersion. Afin d'éviter le glissement de la goutte d'eau, le porte-objet est horizontal et partant le microscope vertical. Il faut, en outre, que la lumière soit douce et bien également distribuée dans le champ de l'instrument, condition que M. Luys a réalisée en interposant une lamelle très mince de verre dépoli sur le trajet des rayons. Enfin, la finesse de l'épreuve dépendant de la grandeur de l'ouverture qui circonscrit le faisceau lumineux, il est nécessaire de la réduire après avoir mis l'image au foyer, quand on opère sur des objets d'aussi délicate structure que les éléments nerveux. Grâce à l'ensemble de ces procédés, dont nous ne pouvons exposer ici toute la technique, M. Luys obtient des images parfaites à l'amplification de 410 diamètres; par grandissement des clichés, il atteint 820 diamètres, sans que la finesse des épreuves laisse rien à désirer. Ces belles photographies sont, pour l'étude du cerveau, à l'état normal comme dans les cas pathologiques, des documents d'une haute valeur; elles représentent des faits acquis indépendamment de toute hypothèse; et quand bien même les théories dont ces faits sont actuellement l'objet seraient renversées de fond en comble par le progrès de la science, les images où ils sont fidèlement consignés offriraient encore tout l'intérêt qui les recommande aujourd'hui à notre examen.

Telle est, en général, l'importance des épreuves photographiques et surtout des épreuves de grand diamètre; car plus le diamètre est considérable, plus le dessin est difficile et défectueux; tandis qu'on peut avoir d'excellents clichés si les lentilles sont bien aplanétiques et la préparation extrêmement mince. Lorsque celle-ci consiste en objets d'une épaisseur qu'on ne peut diminuer, tels que des grains d'amidon, il faut, pour en photographier les différents plans, diaphragmer très fortement la lumière. On dispose les diaphragmes (fig. 25) soit au-devant de l'objectif, soit entre ou

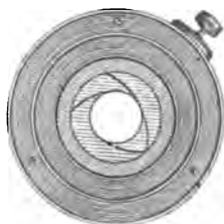


Fig. 25.

derrière les lentilles qui le composent. On peut en outre reproduire par la photographie la croix noire que ces grains présentent dans la lumière polarisée. On place le nicol sous la platine du microscope et l'analyseur contre l'objectif. Souvent aussi, vu l'opacité de ces corps, il est avantageux de pourvoir l'objectif d'un miroir de Lieberkühn (fig. 26). Ce miroir réfléchit sur eux les rayons lumineux que le grand miroir lui envoie à travers les intervalles des parties opaques de la préparation. On peut même s'en servir pour photographier à un faible grossissement les corps qui ne sont pas transparents. Mais, dans ce cas, il faut que ces corps n'occupent qu'une très petite surface, de façon à permettre à la lumière de tomber sur le petit miroir de Lieberkühn.

M. Bourmans, à Maestricht, avait entrepris, il y a une

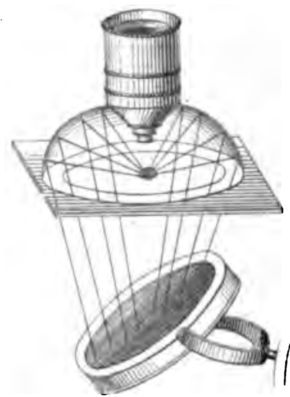


Fig. 26.

dizaine d'années, une tâche plus délicate encore; il avait essayé de faire la photographie instantanée d'animalcules microscopiques en mouvement. Son instrument consiste en un microscope droit dont le corps est muni vers sa partie supérieure d'un tube conique qui lui est perpendiculaire. Une glace argentée inclinée à 45° dans le corps renvoie les images données par l'objectif sur la plaque de verre dépoli qui ferme l'orifice circulaire du tube latéral. Le dépôt d'argent sur la glace inclinée est assez faible pour laisser une partie de la lumière qui a traversé l'objectif, parvenir jusqu'à l'oculaire. L'opérateur peut donc voir les organismes vivants pendant toute la durée de l'opération, la commencer et la terminer au moment qui lui paraît le plus favorable, à la seule condition de remplacer le verre dépoli par une glace sensibilisée, sans ébranler son instrument. Ce système a permis de photographier *très grossièrement* les vorticelles aux différentes phases de leur curieuse locomotion, mais non d'une façon consécutive. Il conduirait, croyons-nous, à d'intéressants résultats, s'il était pourvu d'un revolver analogue au merveilleux instrument qui a permis ces jours-ci à M. Marey de prendre en une seconde douze épreuves instantanées d'un groupe de pigeons au vol (1), ou s'il fonctionnait à la façon du curieux appareil au moyen duquel M. Muybridge, de San-Francisco, a réussi pendant qu'un clown exécute le saut périlleux, à le photographier six fois.

IV.

La microphotographie exige non seulement un dispositif particulier des appareils, mais aussi certaines conditions spéciales dans la fabrication des lentilles et l'emploi des glaces sensibles. Signalons les plus importantes.

(1) Voy. *le Cerveau*, 1876.

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 683, 13 mars 1882.

Très souvent les objectifs et les oculaires des microscopes présentent un foyer chimique. Dans bien des cas, c'est à tort, selon nous, que l'on fait disparaître le foyer chimique en recourant à une lumière monochromatique. Un verre de couleur placé sur le trajet de la lumière en diminue l'intensité et, qui pis est, supprime une portion considérable de radiations utiles. Au contraire, avec une lumière polychromatique on photographie non seulement tous les détails que le microscope permet de voir, mais aussi ceux qu'atteignent les ondulations non comprises dans la partie du spectre qui impressionne la rétine, en dehors de la raie A et de la raie H. Car les deux parties du spectre qui sont absorbées par les milieux réfringents de l'œil ne rencontrent d'autre obstacle que les lentilles pour arriver à la glace sensible. Or le verre qui constitue la matière des lentilles absorbe beaucoup les radiations de faible réfrangibilité, et très peu les radiations les plus réfrangibles, c'est-à-dire les plus actives sur les sels d'argent.

L'effet chimique commence, pour la plupart des substances employées en photographie, à la raie D et atteint son maximum entre la raie G et la raie H vers l'extrémité la moins lumineuse de la portion visible du spectre; puis, décroissant faiblement à partir de ce maximum, il continue encore à se manifester dans toute la région obscure et presque froide du spectre dont la longueur est supérieure à celle de la partie visible.

En outre, tandis que dans notre œil il y a, sous l'influence de la lumière et notamment de la lumière bleue, disparition de la coloration rouge pourpre de la couche des bâtonnets; au contraire, en photographie, toutes les actions exercées par les radiations successives de même ordre et de même direction se superposent d'une façon continue.

Les observations de Leydig, de Max Schultze, de F. Boll (1876), et surtout les remarquables expériences de Kühne (1) au laboratoire de Heidelberg, en 1877, ont mis en évidence cette optographie de la rétine et montré qu'il peut y avoir persistance des images après la mort. Mais il n'en est pas de même pendant la vie, la coloration de la couche des bâtonnets se renouvelant dès que l'excitation cesse. Au contraire, pendant tout le temps que la glace sensible du photographe est exposée à la radiation, elle en subit l'effet. Et telle est la délicatesse de cette action, que les rayons infra-rouges eux-mêmes y prennent part. M. Mouton a réussi à photographier dans l'obscurité une bouilloire d'eau chaude. L'image obtenue était très mauvaise; il n'en est pas moins remarquable que le simple rayonnement de la chaleur obscure ait suffi pour la produire.

Ce phénomène montre bien que la distinction établie entre la lumière et la chaleur est tout à fait subjective, et peut-être explique-t-il aussi pourquoi, dans nos expériences de microphotographie, avec M. Cottereau, nous obtenions le matin, vers sept ou huit heures, en juillet et août, de bien meilleures épreuves que dans l'après-midi. Comme nous opérions avec la lumière solaire, il y avait une différence plus grande le matin que l'après-midi entre la radiation totale reçue par les parties éclairées de la glace sensible et le rayonnement obscur, dépendant de la température de l'air qui frappait les régions non éclairées. Nous ne donnons d'ailleurs que sous toutes réserves cette interprétation des faits; il nous paraît probable que la pureté de l'atmosphère intervient également dans le curieux phénomène que nous avons observé.

La lumière du soleil, très riche en rayons très réfringents, est excellente pour éclairer les préparations à microphotographier. Elle a aussi l'avantage d'être très intense, ce qui facilite la mise au point et abrège le temps de pose. Or, plus ce temps est court, meilleure est l'épreuve microphotographique.

Le passage d'une voiture ou même d'un homme à quelque distance du lieu où l'on opère suffit à ébranler l'appareil et, partant, à rendre confuse l'image négative. On conjure cette perturbation en fixant l'appareil sur un lit de sable et de feutre, et aussi en diminuant le temps de pose. C'est dans ce but que nous avons employé des *glaces sèches*. L'expérience nous a toutefois appris qu'à moins d'avoir un obturateur automatique susceptible de s'abaisser et de se relever subitement sans secousse, il est dangereux de réduire le temps de pose au-dessous de sept secondes. Cela oblige, en effet, à augmenter proportionnellement la sensibilité de la glace. Or le choc de l'obturateur déposé sur l'instrument est d'autant plus préjudiciable que la plaque est plus sensible. Voilà pourquoi nous nous sommes servi des glaces Garcin et, dans certains cas, des glaces Dorval. Le temps de pose a été en moyenne de treize secondes avec les glaces Garcin, de quarante secondes avec les glaces Dorval. Nous avons employé aussi les glaces du docteur Monckhoven qui sont beaucoup plus rapides; mais alors la présence d'un aide nous était nécessaire pour manœuvrer l'obturateur sans le poser sur le microscope.

MM. Regnard et Blanchard font usage du collodion humide, ce qui augmente de beaucoup la durée de la pose et par suite les oblige de recourir à une lumière fixe, celle de l'arc voltaïque. Malgré les continuelles oscillations de l'arc, M. Blanchard a pu photographier, à la Salpêtrière, des préparations de peau des lézards à un grossissement qui permet d'en bien reconnaître les différentes régions. On obtient néanmoins des glaces Garcin une finesse égale, comme l'attestent les splendides épreuves que nous avons admirées chez M. Guinard, à Montpellier, et qui sont certainement ce qui a été fait de mieux en ce genre.

On voit par ces exemples que, grâce à de récents progrès, la photographie est désormais en mesure d'intervenir heureusement dans tous les travaux du micrographe. M. Lewis l'a appliquée à l'étude microscopique des centres nerveux, sur lesquels les remarquables découvertes de M. Ferrier et de M. Charcot ont spécialement attiré l'attention des physiologistes en ces dernières années. M. Bochefontaine poursuit le même ordre de recherches à l'Hôtel-Dieu. M. Duboscq vient de construire pour le *laboratoire municipal* (1) un appareil

(1) Communication à la Société scientifique et médicale de Heidelberg, et *Revue scientifique* de mars 1877.

(1) Voyez la *Revue* du 17 septembre 1881.

microphotographique éclairé par la lumière électrique ou oxyhydrique et destiné à donner la preuve des fraudes et sophistications dont nos denrées sont le fréquent objet. Enfin M. Miquel, dont on connait les importants travaux sur les corpuscules organisés de l'atmosphère, va entreprendre de photographier ceux qu'il recueille à l'Observatoire météorologique de Montsouris. Les bactériens, qu'il est généralement très difficile de déterminer, pourront donc être étudiés sur les clichés et comparés à ceux dont on fera récolte en d'autres endroits. Le succès est assuré, car M. Cohn et M. L.

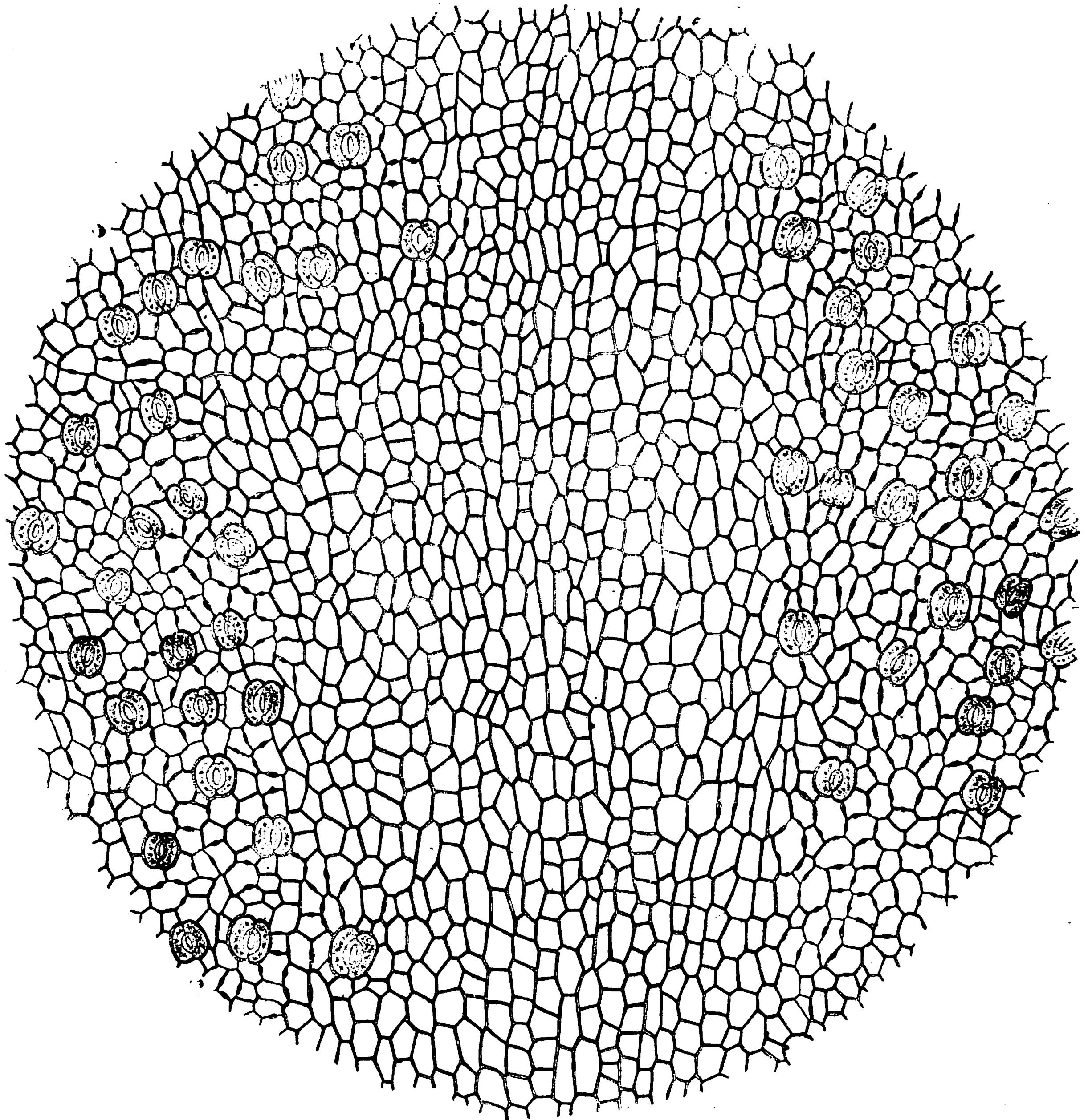


Fig. 27. — Vue longitudinale d'une portion de l'épiderme d'une feuille de buis.
(Transport sur zinc d'un cliché de M. Louis Olivier. La gravure montre des détails de structure qui ont été découverts par la photographie.)

Koch, à Breslau, ont fait de très jolies photographies de *Bacilli* et de *Spirilla* divers. L'image de ces êtres, vu leur extrême petitesse, doit être considérablement amplifiée; mais la tâche est facilitée par ce fait qu'ils offrent tous la même réfringence et peuvent être, comme les diatomées, contenus dans un champ optique très restreint. Aujourd'hui surtout que les grands travaux de M. Pasteur ont établi le rôle actif des *Micrococci* et des *Bacilli* dans un grand nombre de fermentations et plusieurs maladies contagieuses, il est de la plus haute importance pour la physiologie cellulaire et la médecine d'en obtenir et d'en répandre des images de la plus rigoureuse fidélité.

La photographie seule en est capable. Et de même qu'elle a pu, en astronomie, révéler des phénomènes invisibles dans les lunettes et les télescopes, nous pensons qu'on pourra bientôt l'appliquer à la recherche des plus petits dé-

tails qui, par leur nature même, échappent au meilleur œil armé du meilleur des microscopes (1). C'est un art qu'on perfectionnera puisqu'il vient en aide à des études qui seront toujours les délices de l'esprit humain.

LOUIS OLIVIER.

ART MILITAIRE

La question de l'eau en Tunisie.

Dans les marches de nos troupes en Algérie ou en Tunisie, la question de l'eau a toujours été une des principales, et souvent prépondérante. Pour les autres besoins des colonnes, il est de règle que la satisfaction en soit assurée avant le départ, abstraction faite des ressources que l'on pourrait trouver dans le pays à traverser. Un convoi de chameaux transporte des vivres pour les distributions journalières aux hommes et de l'orge pour les animaux ; un troupeau de bétail marche avec la colonne ; enfin le soldat porte des vivres de réserve dans son sac, et le cavalier en a sur son cheval, avec une ration d'orge. Quelquefois le convoi comprend un équipage d'eau ; mais ce n'est jamais qu'un faible appoint, à peine suffisant pour permettre de franchir, non sans souffrances, une ou deux étapes sans eau. Les charges à emporter seraient par trop considérables, si l'on voulait s'approvisionner d'eau pour les chevaux et les mulets, dont la consommation est incomparablement supérieure à celle des hommes. On est donc absolument forcé de choisir, pour camper, les emplacements où il y a de l'eau.

Les rivières, au sens habituel de ce mot, c'est-à-dire les cours d'eau d'un débit permanent, sont très rares en ces pays. On y trouve une infinité d'*oueds ;* mais ce ne sont que des lits de torrents, secs à l'état normal, gonflés seulement pendant quelques jours ou quelques heures après les pluies.

La circonstance la plus favorable pour abreuver les animaux d'une forte colonne est l'existence de *redirs* aux alentours du campement. Le redir est une flaque d'eau pluviale, retenue dans un bassin naturel soit argileux soit rocheux. On trouve des redirs dans le lit des oueds, et aussi dans les légères dépressions de la plaine, où ils ont souvent des étendues très considérables. Ils renferment alors, malgré leur faible profondeur, d'énormes quantités d'eau. Mais l'évaporation est très active sur ces larges surfaces, exposées au vent et au soleil, dans un air presque toujours sec. Un seul jour suffit parfois pour les épuiser. C'est sans doute après de pareils mécomptes que les Arabes ont dû adopter le nom de redir, qui signifie traître.

Ces grandes cuvettes naturelles où l'eau, n'ayant pas d'écoulement, séjourne et s'étale, ont été, en certains endroits, recouvertes de sable, peut-être par l'action prolongée du vent. La couche perméable s'est élevée à plusieurs mètres de hauteur, et sa surface, qui se raccorde avec la forme générale du terrain environnant, est toujours sèche. Mais on n'a qu'à creuser un trou et attendre quelque temps pour voir l'eau s'y amasser, jusqu'à un niveau qu'elle ne dépasse pas. Ces sortes de puits de peu de profondeur, que les Arabes établissent sans aucun revêtement des parois, sont appelés des *oglats*. Leur contenance est restreinte, et lorsque l'on vient y puiser, on les met promptement à sec ; mais l'eau y revient après quelques heures. Dans les endroits favorables, où il existe des oglats, on en trouve généralement plusieurs rapprochés les uns des autres, et l'on peut en creuser encore. Tel est le point d'eau d'El Founi, sur la route de Kaïrouan à Gabès.

Ces ressources, assez précaires, font souvent défaut. Mais, sur de vastes étendues, la plaine que nous voyons aujourd'hui déserte a été peuplée jadis et florissante. Les ruines dont elle est semée l'attestent avec éloquence. On y trouve heureusement encore des ouvrages d'utilité publique à peu près conservés, qui subsistent comme des bienfaits légués par les anciens à des héritiers indignes et dégénérés.

Les citernes, situées en des points ou sur des pentes, recueillent les eaux qui coulent sur le sol. Elles sont enfoncées en terre, voûtées, et souvent pourvues d'un escalier d'accès dont les degrés descendent jusqu'au fond. Cette disposition permet à un homme d'y puiser directement au moyen d'un seau tenu à la main, quelque bas que soit le niveau de l'eau.

Les puits existants atteignent souvent des profondeurs considérables : 30 à 60 mètres. Cette circonstance constitue une véritable difficulté quand il s'agit de l'alimentation d'une forte colonne de troupes : on ne peut pas puiser assez vite pour servir tout le monde.

Lorsque les tribus nomades viennent camper auprès d'un puits profond, elles y adaptent la même installation que nous voyons en usage dans la plupart des villages tunisiens : la *guerba*.

La guerba est une outre en cuir, d'une forme sphérique, d'une contenance d'environ 60 litres. Elle est suspendue (voir les croquis ci-joints) à une grosse corde qui passe sur une poulie et dont l'autre bout est tiré par une paire de bœufs ou par un chameau. La guerba est maintenue ouverte, à sa partie supérieure, par un cercle en fer pourvu d'anneaux de suspension. Le fond de la guerba est percé d'un trou qui débouche dans une manche en cuir souple dont

---

(1) Nous avons déjà obtenu dans cette voie quelques résultats encourageants, sur lesquels nous fondons l'espoir de doter la micrographie d'un nouveau et important réactif. Nous nous proposons de publier nos observations sur la matière, dès que le nombre en sera plus élevé. Qu'il nous suffise, quant à présent, d'appeler l'attention de nos lecteurs sur notre figure 27. Elle reproduit aussi exactement que possible l'une de nos photographies. La forme, dilatée vers le milieu, étranglée vers les lignes d'intersection, que présentent les parois d'un grand nombre de cellules voisines des stomates, est invisible au microscope : c'est la photographie qui l'a révélée. Le cliché montre, en outre, des perforations des membranes cellulaires et des sculptures inappréciables au microscope, qui n'ont pu, en raison de leur extrême délicatesse, être transportées du cliché photographique sur le cliché de la gravure.

l'ouverture est retenue par une petite corde. Cette petite corde passe sur un rouleau inférieur, et son extrémité est nouée sur la grosse corde, près de l'attelage. Voici le fonctionnement de l'appareil.

Lorsque la guerba s'élève, pleine d'eau (fig. 28), l'attelage marche en s'éloignant du puits, la petite corde qui soutient la manche se trouve tendue en même temps que la grosse corde qui porte le poids principal; l'ouverture de la manche est relevée; et il ne se perd point d'eau pendant le mouvement d'ascension.

Lorsque la guerba arrive au jour, l'attelage continuant à marcher en s'éloignant du puits, la petite corde attire la manche horizontalement sur le rouleau inférieur, pendant que la guerba monte encore verticalement, tirée par la grosse corde. Toute l'eau puisée s'écoule donc, très rapidement, par la manche, et peut être recueillie sans que l'on ait besoin de retourner la guerba ou d'y toucher pour la vider.

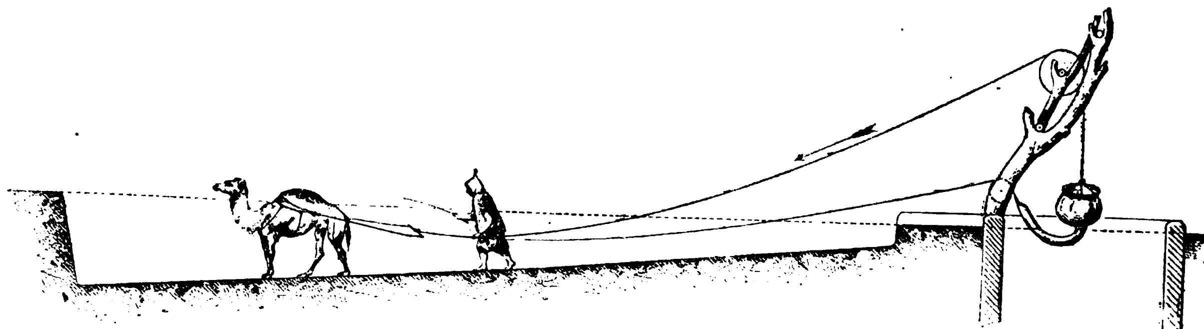


Fig. 28.

L'attelage fait alors un demi-tour sur place et revient vers le puits pour laisser retomber la guerba. Et afin qu'elle puisse se remplir d'eau immédiatement en touchant le niveau, le conducteur, qui marche toujours derrière son attelage, raccourcit la petite corde d'un ou de deux mètres en la repliant dans sa main (fig. 29). L'ouverture de la manche se trouve ainsi placée plus haut que le cercle de la guerba, et ce cercle, au lieu d'être horizontal, s'incline : la guerba est dans la position d'un seau que l'on trempe dans l'eau pour le remplir.

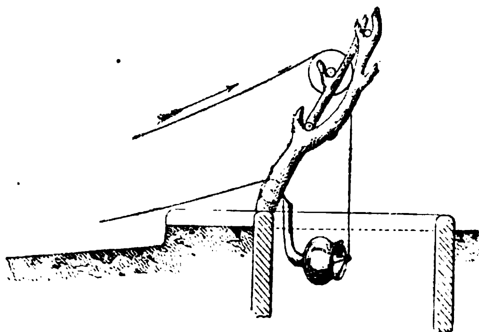


Fig. 29.

Lorsqu'elle est immergée, le conducteur lâche la petite corde, puis il fait tourner son attelage sur place pour repartir.

La poulie, qui doit être en surplomb sur l'orifice du puits, est portée par un bâti en bois monté sur deux bras obliques scellés par le bas dans la maçonnerie de la margelle.

La piste parcourue par l'attelage est presque toujours excavée en rampe (fig. 29), en sorte que l'attelage aille en descendant aussi longtemps qu'il fait effort pour élever l'eau, et marche en montant pendant que la guerba retombe à vide. Il ne semble pas toutefois que cette disposition doive soulager sensiblement l'attelage, si l'on considère la façon dont il est harnaché. Si c'est un chameau, il est garni d'une bricole qui s'applique à l'avant de la bosse, au-dessus de l'encolure. Pour un couple de bœufs, le joug est une pièce de bois à peine façonnée, posée en travers sur le haut du cou des deux bêtes. Dans l'un et l'autre cas, l'effort de traction ne peut être exercé que dans le sens horizontal ou en remontant un peu, et le conducteur est obligé de peser sur la corde pour abaisser les traits pendant tout le temps de la descente. Mais, d'autre part, l'inclinaison de la piste a l'avantage que les bras du bâti sont moins exposés à fléchir ou à se déraciner dans le travail.

Ces deux bras sont les seules pièces qui fassent corps avec la maçonnerie du puits; les autres sont liées par des bouts de cordage. Lorsque la tribu nomade qui a dressé le bâti lève son camp, elle le démonte et emporte tout : guerba, poulie, tourillons, rouleau. Si elle est poursuivie, et si elle veut mettre pour l'ennemi des entraves à la jouissance du puits, elle brise ou déracine les deux bras qui sont encastrés dans le mur. Il est bien rare que les Arabes fassent aux puits d'autres dégâts, ou qu'ils en empoisonnent l'eau. On dit que le Coran le leur défend. Il est naturel, en effet, que dans ces pays où l'eau est le bien le plus précieux, une pareille destruction ressemble à un sacrilège. D'ailleurs la perte d'un puits serait d'autant plus sensible aux nomades qu'elle serait pour eux irréparable.

Une colonne française vient camper auprès d'un de ces puits profonds, dépourvus de toute installation qui facilite le tirage de l'eau. Il lui faut immédiatement de l'eau pour les hommes, et beaucoup d'eau pour les chevaux et les mulets. Que va-t-elle faire ? Placer autour de la margelle des hommes qui tirent de l'eau à la main dans des seaux suspendus à des cordes. C'est un travail très pénible et d'un rendement bien faible quand le puits est profond. Non, il faut une machine quelconque.

En 1881, le général Logerot, dans sa marche de Tunis sur Kaïrouan, puis dans celle de Kaïrouan sur Gabès par l'intérieur des terres, eut soin de se pourvoir de guerbas achetées à Tunis avec tous les accessoires nécessaires pour un montage rapide. Ces appareils, manœuvrés par les troupes du génie de la colonne, rendirent de grands services dans quelques circonstances difficiles. Mais il est clair que ces engins d'une conception primitive et d'une exécution imparfaite contrastent avec la perfection de l'ensemble de notre outillage militaire. Il faut évidemment demander une machine plus puissante à notre industrie, qui ne sera pas embarrassée de la donner.

Il est peut-être permis de répéter ici cette formule, dont on abuse parfois : que poser la question, c'est la résoudre. Le problème est pourtant assez complexe. L'appareil doit aller indifféremment sur des puits de profondeurs variables, depuis 10 mètres jusqu'à 70 mètres. Il faudrait que l'on pût l'installer rapidement, sans être obligé de faire descendre des hommes dans le puits, ou du moins sans les y laisser longtemps, car les parois sont souvent d'une solidité douteuse. Il serait à désirer que le fonctionnement ne produisit point d'agitation de l'eau, car ces puits, n'étant jamais curés, renferment au fond une couche de terre ou de vase qui ne doit pas se mêler avec une eau à boire.

Peut-être le principe suivant conduirait-il à une solution acceptable. Suspendre une pompe rotative à quelques décimètres au-dessus du niveau de l'eau dans le puits. Envoyer la force par l'intermédiaire de l'air comprimé, qui descendrait dans une série de tubes à raccords hermétiques. Opérer la compression de l'air sur le sol, à côté du puits, par un manège.

La principale difficulté dans l'application de ce principe consisterait à fixer solidement la pompe et le transmetteur à air comprimé. Mais il est probable qu'elle n'arrêterait pas nos habiles ingénieurs hydrauliciens.

Si cette idée n'est pas réalisable, il faut en essayer une autre. On pourrait mettre la machine au concours. Il s'agit ici d'un besoin de notre armée, et peut-être d'un besoin urgent. D'ailleurs un appareil qui comblerait cette lacune conviendrait évidemment aussi pour les épuisements nécessités par certaines constructions, et pour quelques autres industries.

ANTHROPOLOGIE

La durée de la vie dans les villes et les campagnes.

Un physiologiste a dit: « Le séjour à la campagne avec une modeste aisance, voilà le véritable élixir de longue vie. »

La pensée est juste et la statistique officielle en démontre sans réplique le bien fondé. Dans les pays — ils sont rares malheureusement — où elle publie le mouvement annuel de la population séparément pour les villes et les campagnes, elle signale, chez l'homme des champs, une plus longue durée moyenne de la vie. Elle lui attribue en outre le plus grand nombre des faits exceptionnels de longévité.

Ce privilège des populations rurales s'explique sans peine. Dans les villes, dans les grandes surtout, la vie est agitée, anxieuse, pleine d'incidents. La lutte pour l'existence (*struggle for life*) y est permanente. Le désir immodéré de la fortune, des succès politiques, littéraires ou artistiques, c'est-à-dire de la notoriété à tout prix, la recherche incessante des moyens de donner satisfaction à des habitudes trop facilement contractées de luxe et de bien-être, impriment à certaines classes de la société urbaine une activité fiévreuse qui use rapidement les ressorts de la vie. Dans les classes inférieures de la même société, les excès de toute nature, mais surtout les excès alcooliques, les chômages, volontaires ou non, la misère qui en est la suite, des mariages souvent prématurés et d'une fécondité excessive, puis les influences antihygiéniques résultant de l'insalubrité des logements, de l'agglomération dans des rues étroites et tortueuses, d'une nourriture insuffisante ou malsaine, de l'enlèvement tardif des immondices, des émanations fétides des établissements industriels insalubres, des égouts mal entretenus, de l'inhalation des poussières métalliques, de la rapide propagation des maladies contagieuses, etc., etc, toutes ces causes réunies doivent déterminer des mortalités exceptionnelles.

Or ces causes n'agissent pas dans les campagnes. Elles ont bien aussi leurs causes d'insalubrité, mais d'une bien moindre gravité. C'est la présence des fumiers dans le voisinage des habitations, la mauvaise construction des maisons qui, par la crainte de l'impôt des portes et fenêtres, ne sont pas suffisamment éclairées et ventilées, l'absence, des soins de propreté les plus nécessaires, une nourriture grossière et insuffisamment réparatrice, l'absence, dans le plus grand nombre des cas, du traitement médical, l'absence de soins intelligents et d'une alimentation appropriée aux petits enfants, etc. Mais ces influences délétères sont en grande partie neutralisées par la vie au grand air, par la grande régularité des habitudes, par la rareté relative des excès alcooliques. Il ne faut pas se dissimuler toutefois qu'à ce dernier point de vue, la situation des populations rurales, au moins en France, commence à laisser à désirer; c'est la conséquence de la liberté absolue du commerce, et notamment du commerce des spiritueux dans les campagnes.

Quand on compare la mortalité des villes et des campagnes, il est une cause d'erreur que, dans l'état actuel de la statistique, il est bien difficile de conjurer: c'est celle des enfants des villes envoyés en nourrice dans les communes rurales. Il n'est pas douteux que, par suite du progrès incessant des agglomérations urbaines et des difficultés corrélatives pour les mères, surtout dans la classe ouvrière, d'y allaiter leurs nouveau-nés, elles se voient de plus en plus obligées de s'en séparer pour les confier à des nourrices foraines. Or tout le monde sait que, malgré la loi Roussel, fort peu appliquée d'ailleurs, ces enfants meurent dans une proportion énorme, comme conséquence de l'ignorance absolue par les nourrices de l'hygiène de la première enfance.

Or ces décès sont attribués à la population des communes où ils se produisent et grossissent indûment leur mortalité normale.

Mais, d'un autre côté, les facilités offertes aux migrations intérieures par les nouvelles voies de communication favorisent un mouvement assez caractérisé des populations rurales sur les villes. Ce sont des adultes des deux sexes qui vont y chercher des moyens d'existence et y décèdent. Le rapport normal des décès aux naissances, tel qu'il se produit dans les populations sédentaires, est ainsi plus ou moins altéré. Il est vrai que les décès de ces adultes sont moins nombreux que ceux des nourrissons d'origine urbaine.

Malgré ces éléments d'erreur, le privilège d'une moindre mortalité, toutes choses égales, d'ailleurs, dans les campagnes, nous paraît démontré, et on le constate surtout dans les localités rurales où les habitants, non encore desservis par les chemins de fer, sont restés attachés au sol natal, et qui, par des circonstances diverses, ne reçoivent pas, ou ne reçoivent que très peu de nourrissons d'origine urbaine.

Comme les trois actes de la vie civile (mariage, naissance et décès) s'enchaînent étroitement, en ce sens qu'ils ont entre eux des rapports intimes de cause à effet, nous les étudierons successivement.

Nous choisirons en outre de préférence une période un peu éloignée (1861-65), comme moyen d'atténuer, dans une certaine mesure, l'effet perturbateur des émigrations rurales, qui augmentent en raison du développement du réseau ferré. Enfin nous prendrons pour éléments de comparaison trois groupes bien distincts de population, représentés : l'un par le département de la Seine, qui a la population spécifique la plus dense, l'autre par la population des villes autres que celles de la Seine, le troisième par les communes ayant moins de 2000 habitants agglomérés.

Mariages. — On est surpris de constater que leur rapport le plus élevé à la population se rencontre dans la Seine : 109,9 habitants pour un mariage ; dans les campagnes, ce rapport est moindre : 124 ; il est surtout très faible dans les villes : 129,9.

La différence de ces résultats n'est pas facile à expliquer. Tout au plus peut-on dire que le nombre exceptionnel des adultes des deux sexes, à Paris et dans sa banlieue, détermine le grand nombre relatif de mariages qu'on y constate. D'un autre côté, la population ouvrière est considérable dans le département ; or les mariages sont plus fréquents dans cette catégorie d'habitants que dans la classe aisée.

S'il nous était possible de remonter à des temps plus éloignés, nous trouverions très probablement un nombre de mariages plus élevé dans les campagnes, parce que les émigrations d'adultes y auraient été moins fréquentes.

Les mariages par état civil, c'est-à-dire selon que les époux sont célibataires ou veufs, varient assez sensiblement dans nos trois groupes d'habitants.

Les mariages de veufs sont notamment plus rares dans les campagnes que dans les villes. Ainsi, sur 100 mariages, on en compte 85,67 entre garçons et filles dans les communes rurales, 82,28 seulement dans la Seine, et 82,74 dans les villes. Ainsi les mariages dans lesquels on peut croire que la spéculation joue un certain rôle sont en petit nombre dans les campagnes.

On s'y marie également plus tôt. Ainsi nous trouvons les âges moyens suivants (ans et mois) :

Pour les *premiers* mariages, ou mariages de garçons et filles :

	Garçons.	Filles.
Seine	29,7	25,5
Villes	28,5	24,4
Campagnes	28,1	24,0

Il était facile de prévoir que les mariages consanguins seraient plus nombreux dans les campagnes, c'est-à-dire dans des localités où le choix des candidats au mariage se concentre le plus souvent dans l'étroite circonscription de la commune ou du bourg. C'est là, en effet, que les jeunes gens se sont connus et se sont aimés dès l'enfance. Aussi trouvons-nous les rapports suivants des mariages consanguins au total des mariages représentés par 100.

Seine.	Villes.	Campagnes.
1,51	1,35	1,52

On peut être surpris au premier abord de la presque identité des rapports afférents à la Seine et aux campagnes. Mais, en y réfléchissant, la surprise cesse, les habitants des grandes agglomérations se connaissant peu, et les relations suivies et intimes y sortant peu du cercle de la famille.

Naissances. — Leur rapport aux populations respectives est en raison directe du degré d'agglomération, comme l'indiquent les nombres suivants (habitants pour 1 naissance) :

Seine.	Villes.	Campagnes.
33,2	35,7	38,8

On peut s'étonner de trouver une plus grande fécondité dans les villes (Seine comprise) que dans les campagnes ; mais il importe de savoir que la différence est déterminée par les naissances naturelles, plus nombreuses dans les centres, et surtout dans les grands centres de population.

Il n'en est pas moins vrai que la fécondité légitime du paysan va diminuant sensiblement, bien que, dans les campagnes, les enfants ne soient pas aussi longtemps une *non-valeur* que dans les villes, et que le renchérissement continu de la main-d'œuvre agricole soit un stimulant à la formation de nombreuses familles. Mais, chez le petit cultivateur, la considération d'*économie* domine toutes les autres, et ses mariages deviennent de plus en plus inféconds. C'est ce qu'indiquent les rapports ci-après (nombre d'enfants par mariage) :

Seine.	Villes.	Campagnes.
2,44	3,23	3,08

Ainsi déjà les campagnes ont un moindre nombre d'enfants par mariage que les villes. A coup sûr, si nous pouvions

faire le même rapprochement pour une période plus éloignée, nous trouverions des résultats notablement différents.

Si l'on se marie plus jeune et en plus grand nombre dans les campagnes, la statistique doit y relever moins de naissances illégitimes qu'ailleurs. Le rapprochement suivant confirme largement cette hypothèse (naissances naturelles pour 100 naissances totales) :

Seine.	Villes.	Campagnes.
26,32	11,49	4,32

La situation des populations rurales est ici très favorable ; mais nous avons le regret d'être obligé de dire que leur coefficient d'illégitimité s'élève assez rapidement, comme on va le voir. Dix années avant, en effet, on avait les rapports ci-après :

Seine.	Villes.	Campagnes.
26,92	12,21	4,03

Ainsi l'illégitimité a diminué dans les villes et augmenté dans les campagnes. Il y aurait lieu de rechercher si ce fait ne serait pas dû au mouvement, assez caractérisé depuis quelques années, de décentralisation de l'industrie, quittant les villes pour les campagnes, où les conditions de la production sont moins onéreuses pour le fabricant. De là un mélange d'ouvriers industriels et agricoles qui déterminerait, chez ces derniers, un certain relâchement des mœurs.

Il convient de faire remarquer que les relevés de l'état civil ne donnent pas une idée exacte de l'illégitimité véritable des trois groupes de population, beaucoup des filles-mères des campagnes et des petites villes allant accoucher dans les grandes agglomérations, ainsi chargées indûment d'un grand nombre de naissances naturelles qui ne sauraient être imputées à leurs habitants. D'un autre côté, on a constaté que, dans les campagnes, sous la pression de l'opinion, beaucoup de filles séduites sont épousées quand le résultat de leur faute va devenir évident, et qu'ainsi un certain nombre d'enfants, naturels par leur conception, naissent légitimes.

On s'est fortement ému, il y a quelques années, de l'accroissement des *mort-nés,* ou enfants décédés avant, pendant et peu après la délivrance. Les parquets, y voyant l'effet d'une pratique croissante des avortements, ont fait des enquêtes qui n'ont rien produit. Pour nous, nous avons soutenu de bonne heure que l'accroissement signalé par les relevés de l'état civil était plus fictif que réel, le nombre des mort-nés étant tout simplement de mieux en mieux constaté en exécution des instructions ministérielles. Or les observations ultérieures nous ont donné raison. En effet, dès que la totalité des mort-nés a été relevée, leur nombre est devenu stationnaire. Que, dans les grandes villes, les avortements volontaires contribuent pour une certaine part à cette mortalité spéciale, cela n'est pas douteux ; mais, dans les campagnes, ils lui sont complètement étrangers. Tout au plus peut-on attribuer les mort-nés ruraux aux fatigues excessives des mères, employées, comme les hommes, aux plus rudes travaux des champs, et peut-être aussi à l'emploi persévérant des *matrones* pour la délivrance.

Voici, pour les trois groupes, le nombre des mort-nés pour 100 *conceptions,* c'est-à-dire nés vivants et mort-nés compris :

Seine.	Villes.	Campagnes.
6,85	5,27	3,82

On voit que les campagnes sont ici particulièrement favorisées. Il est vrai que, dans les grandes villes, les privations, les veilles excessives, la débauche, jouent, en même temps que les avortements provoqués, un rôle considérable dans le rapport qui leur est afférent.

Ajoutons que, dans les villes, le nombre des naissances naturelles, comme nous l'avons vu, est sensiblement plus élevé ; or ces naissances payent à la mortalité intra-utérine un tribut beaucoup plus lourd que les légitimes. La raison en est évidente. La séduction, trop souvent suivie de l'abandon, est la cause, chez la mère, d'un chagrin profond et de son désir — surtout depuis l'imprudente suppression des tours — de faire disparaître, par les abortifs, le fruit de sa faute.

La statistique officielle met en lumière un fait très curieux : c'est la prédominance tout à fait exceptionnelle, chez les mort-nés, du sexe masculin, prédominance de beaucoup supérieure à celle que l'on constate chez les nés vivants. Voici les faits (garçons pour 100 filles) :

	Nés vivants.	Mort-nés.
Seine	103,37	130,50
Villes	104,32	137,14
Campagnes	105,29	153,95

Remarquons tout d'abord que la prédominance masculine dans les naissances est en raison inverse de l'agglomération, et l'observation s'applique aux nés vivants aussi bien qu'aux mort-nés. Mais elle est énorme chez ces derniers. Quelques observateurs en ont conclu que c'est par suite du plus fort volume et surtout du plus fort développement de la tête chez le garçon que sa vie est mise en péril par l'accouchement. Cette opinion semble être corrobée par ce fait que le nombre des mort-nés, légitimes ou naturels, est plus grand chez les mères primipares que chez les autres.

Mais, s'il en était ainsi, on ne comprendrait pas que la prédominance masculine chez les mort-nés fût plus caractérisée dans les villes et surtout dans les campagnes que dans la Seine, à moins d'admettre que le nombre des germes masculins est plus grand chez les mères des deux premiers groupes, fait admis, il est vrai, par certains physiologistes qui, d'après des observations faites sur des animaux, admettent que la fécondation est plus puissante, plus capable de déterminer la plus forte conception (sexe masculin) chez les vigoureuses populations rurales, que chez les populations affaiblies, débilitées des grandes agglomérations.

Si le sexe masculin domine ainsi parmi les mort-nés arrivés à terme ou à peu près, on peut croire que la proportion en serait encore plus élevée si l'on connaissait la totalité des mort-nés; mais, à peu près partout, on ne déclare à l'état ci-

vil que ceux qui sont arrivés à leur sixième mois. On ignore donc ainsi, d'une part, la fécondité réelle des populations, de l'autre, le véritable rapport sexuel des produits de la fécondation.

Parmi les prévisions que justifient les relevés de l'état civil figure celle qui attribue aux naissances naturelles plus de mort-nés qu'aux naissances légitimes. Suivent les documents officiels à ce sujet (mort-nés pour 100 conceptions) :

	Naissances	
	Légitimes.	Naturelles.
Seine	6,28	8,41
Villes	4,77	8,15
Campagnes	3,68	6,72

Les mort-nés sont, en effet, plus nombreux, d'abord dans les naissances naturelles en général, puis dans celles de ces naissances qui appartiennent aux populations agglomérées. Mais on remarque avec surprise que l'écart est plus sensible dans les deux derniers groupes que dans le premier. Et, en effet, le rapport est de 134 mort-nés naturels pour 100 mort-nés légitimes, dans la Seine, de 170 dans les villes, de 183 dans les campagnes.

Il faut peut-être rapporter cette apparente anomalie au fait qu'à Paris, le véritable état civil de couples nombreux, vivant maritalement, mais non mariés, est inconnu, et que la mère *naturelle* bénéficie, au point de vue de la santé de l'enfant qu'elle porte, des apparences d'une union légitime. Il n'en est pas de même dans les petites villes et surtout dans les campagnes, où tout le monde se connaît.

Deux derniers faits intéressants en ce qui concerne les mort-nés. Conformément aux prévisions, les mort-nés sont plus nombreux dans les naissances multiples pour un seul accouchement que dans les naissances simples :

Mort-nés pour 100 conceptions dans les accouchements.		
Simples.	Doubles.	Multiples.
4,12	15,61	30,81

Enfin le rapport des sexes varie, au préjudice des garçons, selon le nombre des naissances pour un seul accouchement, comme l'indique le document ci-après (garçons pour 100 filles).

	Accouchements		
	Simples.	Doubles.	Triples.
Nés vivants	105,16	103,53	102,46
Mort-nés	149,45	111,10	105,69

Nous arrivons aux décès.

La mortalité est en raison directe du degré d'agglomération des habitants et c'est ici surtout que nous constatons l'influence bienfaisante des campagnes. Il faut que cette influence soit bien sensible, puisque leur moindre mortalité est considérable, bien que l'état civil mette à leur compte les nombreux décès des nourrissons qu'elles reçoivent des villes, et que beaucoup de leurs adultes aillent mourir dans les grands centres de population :

	Habitants pour 1 décès.
Seine	39,2
Villes	38,4
Campagnes	46,5

ou sous une autre forme (accroissement naturel de la population) :

	Décès pour 100 naissances.
Seine	84,72
Villes	92,73
Campagnes	83,92

La Seine, qui représente le maximum d'agglomération, a un coefficient plus favorable que les villes. On ne peut guère expliquer cette immunité relative et spéciale que par les grandes améliorations survenues dans l'hygiène publique de Paris, peut-être aussi par le grand nombre exceptionnel d'adultes qui figurent dans sa population, et par l'envoi croissant des nouveau-nés à la campagne.

Disons, en passant, que le même fait se produit à Londres, dont la mortalité est inférieure, depuis quelques années, à celle de l'Angleterre.

En ce qui concerne Paris, il faut encore tenir compte de cette circonstance que, par suite de l'enchérissement continu des loyers, résultant surtout du remplacement des anciennes maisons par des constructions destinées aux classes aisées, les ouvriers ont dû émigrer dans la banlieue, où ils ont trouvé, à un moindre prix, plus d'air et de lumière et peut-être une alimentation plus saine.

L'âge moyen des décédés s'est élevé comme suit, de 1856-60 à 1861-65, dans les trois groupes de population.

	1856-60.		1861-65.	
	Ans.	Mois.	Ans.	Mois.
Seine	29	10	32	0
Villes	33	11	34	8
Campagnes	36	10	37	7

Il y a lieu de se féliciter de cet accroissement, qui est dû probablement au progrès général de l'aisance publique ; mais peut-être aussi, pour ne négliger aucune hypothèse, en partie à la diminution des naissances, la mortalité des nouveau-nés étant en raison de leur nombre, et cette mortalité ayant pour résultat d'abaisser l'âge moyen des décédés.

Remarquons que, dans les campagnes, non seulement le rapport des décès aux habitants est moindre que dans les deux autres groupes, mais encore que, malgré la mortalité des nombreux nourrissons d'origine urbaine, les décédés ont un âge moyen notablement plus élevé.

La moindre mortalité des campagnes n'est pas le fruit unique d'une condition hygiénique supérieure ; elle est encore due, dans une certaine mesure, à un moindre nombre de morts violentes (accidents, suicides, homicides) et par la rareté de certaines maladies, comme l'aliénation mentale par exemple.

La mortalité rurale est d'autant plus remarquable que, chez un grand nombre de malades, la nature seule opère la gué-

rison, le médecin n'étant que rarement appelé même auprès des habitants aisés, à plus forte raison auprès des indigents. D'un autre côté, les hôpitaux sont à une trop grande distance de beaucoup de localités rurales, pour que ces derniers puissent y être transportés; puis beaucoup de ces établissements ont une circonscription déterminée qui ne permet pas d'y recevoir les malades de communes éloignées. Enfin l'assistance médicale gratuite dans les campagnes (gratuite, quant à la consultation et aux médicaments) n'existe que dans un petit nombre de départements, où on ne sait si elle a été maintenue, le résultat ayant été souvent de beaucoup au-dessous des sacrifices.

Il nous reste à rechercher si les plus importants des faits qui précédent se sont maintenus à une époque récente. Or voici les données afférentes à l'année 1877.

	Habitants pour 1			Mort-nés pour 100 conceptions
	Mariage.	Naissance.	Décès.	
Seine	99,63	36,57	41,25	6,90
Villes	169,00	47,04	49,63	5,20
Campagnes	134,05	40,00	49,63	3,86

Si nous ne sommes pas tombés sur une année exceptionnelle — et nous n'avons aucune raison de le croire — il se serait produit, en France, depuis environ quatorze années, d'assez importantes modifications, d'abord dans l'ensemble du mouvement de la population, puis dans les rapports afférents aux trois groupes d'habitants.

Les mariages ont diminué dans les villes et les campagnes et légèrement augmenté dans la Seine.

La fécondité générale, comme conséquence de la diminution des mariages, — nous pouvons ajouter et même des naissances naturelles, — a diminué partout, mais surtout dans les villes.

Il en est de même de la mortalité générale, résultat dû en très grande partie à la diminution des naissances. On remarque ici que les campagnes ont perdu vis-à-vis des villes la supériorité de vitalité qu'elles avaient en 1861-65.

Quant au rapport des mort-nés aux conceptions, il est resté à peu près le même pour les trois groupes, ce qui confirme notre opinion que cette mortalité spéciale est depuis longtemps stationnaire.

Nous réservons pour un autre travail des comparaisons avec l'étranger, en annonçant d'avance qu'elles confirment les résultats qui précèdent.

REVUE DE CHIMIE

Il n'est guère possible de faire une revue de géométrie ou d'algèbre, car on ne saurait donner une idée des progrès accomplis dans ces sciences sans donner textuellement les équations qui représentent les conceptions nouvelles. Si l'on faisait cela, les mathématiciens de profession pourraient seuls comprendre quelque chose à de semblables revues, et encore, ces savants reconnaissent-ils volontiers qu'une certaine préparation n'est pas à dédaigner pour lire les mémoires de leurs confrères.

Nous avons le regret de le dire à nos lecteurs, la chimie aussi entre dans cette voie, et dans la majorité des cas on ne peut exposer les découvertes nouvelles qu'à grand renfort de formules compliquées, que les chimistes les plus instruits ne saisissent pas toujours de prime abord. Après l'expression de ce regret, hâtons-nous cependant de nous consoler en pensant que cela est dans l'intérêt de la science, et qu'on ne fait ces formules d'un aspect peu engageant que pour éviter des mots plus que pénibles à prononcer.

En chimie, les phénomènes sont d'une très grande complication, on ne peut rien à cela; on ne peut supprimer les combinaisons en rapports compliqués, et il faut bien prendre son parti de subir les choses de la nature telles qu'elles sont ou ne pas s'en occuper.

On remarque depuis quelque temps que certains noms de la chimie organique s'expriment par des mots de quarante à cinquante lettres et les auteurs paraissent encore satisfaits d'avoir pu, à ce prix, donner un nom aux substances qu'ils ont découvertes; n'ayant pas en ce moment sous les yeux de noms chimiques pouvant passer pour des curiosités, je me bornerai à citer des mots tels que :

éthylénététraméthyldiphénylphosphonium,
orthomononitrodiphényldiacétylène
et diparatolyldidiazophénylurée,

qui, étant monnaie courante des recueils spéciaux, n'attirent en aucune sorte l'attention. Il faut avouer qu'il est difficile de donner une idée des travaux même très importants dans lesquels reviennent couramment des mots semblables qui, pour être des mots composés formés selon les règles les plus simples de la nomenclature chimique, n'en sont pas moins désagréables à répéter.

Nous avons été amené à entretenir nos lecteurs de ces progrès inquiétants de la nomenclature après avoir lu une série de mémoires fort intéressants de M. Émile Fischer sur la caféine, et avoir reconnu l'impossibilité d'exposer les résultats de ce chimiste à moins de copier une série de formules occupant de six à huit centimètres carrés de superficie dans les *Berichte* (1881-1882).

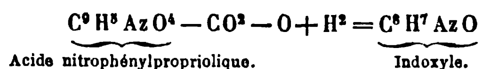
A ne considérer que la formule brute $C^8 H^{10} Az^4 O^2$ de la caféine, qui se rattache, non pas aux alcaloïdes proprement dits, comme son nom semble l'indiquer, mais à la série urique, on ne peut guère se figurer combien il a fallu de travail pour arriver à une formule de constitution satisfaisante de ce corps.

Certains produits intermédiaires obtenus au cours des recherches de Fischer n'ont pas reçu de nom; ils sont représentés par une formule développée.

M. Baeyer, seul, ou en collaboration avec M. Landsberg, publie dans la *Chemische Gesellschaft* (1882, p. 50) la suite de ses longs travaux sur l'indigo et les corps qui s'y rattachent. Ici encore, malgré l'intérêt qui s'attache aux travaux de l'auteur, nous ne pouvons donner qu'un léger aperçu de ses résultats

tendant toujours vers le même but, la recherche de la constitution de l'indigo et sa production industrielle à bon compte. Une grande partie de l'intérêt du mémoire réside dans l'examen de six formules très complexes, présentant aux yeux les rapports qui existent entre l'indoxyle, l'isatogène, l'indigo blanc et l'indigo bleu.

Dans une de nos précédentes revues de chimie, nous avons parlé de l'acide orthonitrophénylpropiolique qui est la cheville ouvrière de la synthèse industrielle de l'indigo, nous avons dit comment cet acide pouvait se transformer en bleu d'indigo. Depuis lors, Baeyer a étudié le mécanisme de cette transformation et a remarqué qu'il se forme là, au premier degré de réduction de l'acide orthonitrophénylpropiolique, un corps important, l'indoxyle $C^8 H^7 Az O$



$$\underbrace{C^9 H^5 Az O^4 - CO^2 - O + H^2}_{\text{Acide nitrophénylproprriolique.}} = \underbrace{C^8 H^7 Az O}_{\text{Indoxyle.}}$$

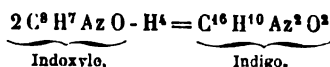
Si l'indigo dérive de l'acide orthonitrophénylpropiolique pris à titre de matière première, il dérive chimiquement de l'indoxyle à un degré plus rapproché.

Pendant longtemps on a regardé l'indigo comme une combinaison relativement simple $C^8 H^5 Az O$, on a une tendance à voir simple, tendance appuyée sur un préjugé vivace qui consiste à penser que les choses naturelles bien observées sont toujours très simples. Puis, pour flatter notre instinct paresseux, n'est-il pas plus agréable de penser qu'on aura peu de peine à examiner un sujet?

Mais après avoir connu pendant bien des années la formule engageante $C^8 H^5 Az O$ dont chaque chimiste pouvait rêver la synthèse, on a été obligé, après de nouveaux travaux et la connaissance de la densité de vapeur, de se résigner à la formule $C^{16} H^{10} Az^2 O^2$ capable de désarmer les plus beaux courages.

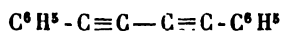
Une étude plus complète de la nature avait, ici, compliqué les simples fruits de notre ignorance.

L'acide orthonitrophénylpropiolique dérivé de la benzine renferme indubitablement C^9 et son dérivé, l'indoxyle, C^8. Il faut donc, selon M. Baeyer, une condensation de deux molécules d'indoxyle pour former l'indigo



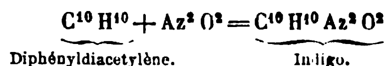
$$\underbrace{2\,C^8 H^7 Az O - H^4}_{\text{Indoxyle.}} = \underbrace{C^{16} H^{10} Az^2 O^2}_{\text{Indigo.}}$$

M. Baeyer, disséquant la molécule indigotique en tous sens, a pensé que si l'indigo renfermait C^{16}, il devait dériver d'un hydrocarbure en C^{16} et il s'est occupé d'obtenir cet hydrocarbure. Le carbure générateur de l'indigo n'est autre que le diphényldiacétylène de Glaser



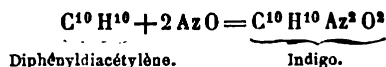
$$C^6 H^5 - C \equiv C - C \equiv C - C^6 H^5$$

soit $C^{10} H^{10}$, on a donc encore



$$\underbrace{C^{10} H^{10}}_{\text{Diphényldiacetylène.}} + Az^2 O^2 = \underbrace{C^{16} H^{10} Az^2 O^2}_{\text{Indigo.}}$$

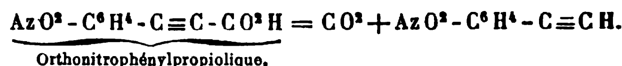
En mettant sous cette dernière forme les recherches de Baeyer, nous en sommes à nous demander si la combinaison directe du bioxyde d'azote avec le diphényldiacétylène ne donnerait pas de l'indigo.



$$\underbrace{C^{10} H^{10}}_{\text{Diphényldiacétylène.}} + 2\,Az O = \underbrace{C^{10} H^{10} Az^2 O^2}_{\text{Indigo.}}$$

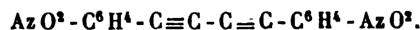
Quoi qu'il en soit, Baeyer a établi d'autre part la filiation du diphényldiacétylène avec son acide nitrophénylpropiolique en transformant ce dernier en orthodinitrodiphényldiacétylène.

L'acide orthonitrophénylpropiolique, soumis à l'ébullition avec de l'eau, se transforme, se dédouble en acide carbonique et orthonitrophénylacétylène; les rendements sont théoriques :



$$\underbrace{Az O^2 - C^6 H^4 - C \equiv C - C O^2 H}_{\text{Orthonitrophénylpropiolique.}} = C O^2 + Az O^2 - C^6 H^4 - C \equiv C H.$$

Or deux molécules de ce nitrophénylacétylène, oxydées par du ferricyanure de potassium, perdent H^2 et se soudent aux points d'où l'hydrogène est parti; on a alors le dérivé orthodinitré du diphényldiacétylène.



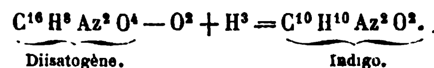
$$Az O^2 - C^6 H^4 - C \equiv C - C \equiv C - C^6 H^4 - Az O^2.$$

Voici donc indubitablement un dérivé dinitré du diphényldiacétylène qui provient par des réactions simples d'un générateur connu de l'indigo. Bien plus, on peut transformer ce dinitrocarbure en indigo.

Le dinitrodiphényldiacétylène, sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, se transforme en un corps que Baeyer nomme le diisatogène $C^{16} H^8 Az^2 O^4$; il n'y a là qu'une simple transformation moléculaire, les deux corps sont isomères.

De tous les composés aboutissant à l'indigo par leurs transformations, le diisatogène est celui qui se transforme le plus facilement en cette matière colorante, et la transformation se fait en rendements théoriques.

Tous les réducteurs quelconques changent le diisatogène en indigo :



$$\underbrace{C^{16} H^8 Az^2 O^4}_{\text{Diisatogène.}} - O^2 + H^3 = \underbrace{C^{10} H^{10} Az^2 O^2}_{\text{Indigo.}}.$$

Il semble donc, à l'heure qu'il est, que la question de l'indigo, au point de vue théorique, soit épuisée; on sait que cette matière colorante est un dérivé du diphényldiacétylène.

Ces dernières formules sont l'épilogue d'un travail de vingt ans, et elles ne font qu'ouvrir l'ère de la fabrication courante de l'indigo.

M. Otto Fischer, qui a déjà transformé la quinoléine en un dérivé sulfuré, est également parvenu à obtenir un acide sulfoconjugué de la pyridine — on sait qu'il n'est pas facile d'attaquer les bases pyridiques par le chlore sans les détruire.

La pyridine n'est pas facilement transformée par l'acide sulfurique; à 300°, cette base n'est pas attaquée par l'acide sulfurique concentré; il faut la chauffer pendant quelques heures à 330° avec un grand excès d'acide pour qu'il y ait substitution. Dans ces conditions, il se forme un acide sulfopy-

ridique absolument comme si l'on attaquait de la benzine par l'acide sulfurique. Les produits de la réaction sont traités par de la baryte qui forme du sulfate insoluble avec l'acide sulfurique excédent et du sulfopyridate de baryum soluble qu'on fait cristalliser par évaporation, et qu'on transforme en sel de sodium par double décomposition.

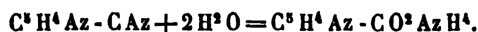
Ce dérivé sulfuré n'a pas par lui-même un très grand intérêt, mais on doit le considérer comme un produit contenant la pyridine à un état plastique, transportable, capable d'être introduite dans diverses combinaisons, et c'est sans doute dans ce but que M. Fischer s'est efforcé de l'obtenir, car il en a immédiatement dérivé d'autres produits.

Quand on distille le sulfopyridate de sodium avec du cyanure de potassium, il se forme du sulfite métallique et de la cyanopyridine.



$$C^5H^4Az\text{-}SO^3K + CAzK = C^5H^4Az\text{-}CAz + SO^3K^2.$$

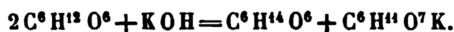
On conçoit qu'on puisse appliquer à la cyanopyridine $C^6H^4Az^2$ les méthodes de transformation qu'on emploie pour les cyanures de la série grasse et de la série aromatique. La cyanopyridine est un nitryle, et à ce titre, on peut la transformer en acide par hydratation; en la soumettant à une ébullition prolongée avec de l'acide chlorhydrique étendu, elle se transforme aisément en nicotianate d'ammoniaque.



$$C^5H^4Az\text{-}CAz + 2H^2O = C^5H^4Az\text{-}CO^2AzH^4.$$

Cette synthèse de l'acide nicotianique établit définitivement sa constitution comme dérivé carboxylé de la pyridine. L'acide sulfopyridique peut encore donner lieu à un certain nombre de transformations, et on peut déjà prévoir la préparation du phénol de la pyridine $C^5H^4(OH)Az$ dont il serait si intéressant de comparer les propriétés thérapeutiques avec celles du phénol ordinaire.

M. H. Kiliani, de Munich, publie un procédé assez simple de préparation de l'acide lactique et qui consiste à traiter le sucre de raisin par une lessive de potasse sirupeuse à froid — 1 partie de sucre, 1 partie et demie d'eau et 1 partie de potasse solide; — au bout de quelques heures la transformation est achevée et le liquide renferme du lactate de potassium facile à retirer par les méthodes connues, les rendements sont de 30 pour 100 du sucre de raisin employé, et il se pourrait fort bien qu'ils fussent plus élevés encore dans des préparations conduites avec une expérience plus avancée. L'auteur avait fait la première observation de la production d'acide lactique dans ces conditions il y a quelques années, et il avait surtout examiné deux produits, l'acide gluconique et la mannite formés d'après l'équation.



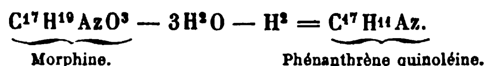
$$2C^6H^{12}O^6 + KOH = C^6H^{14}O^6 + C^6H^{11}O^7K.$$

Il est vraisemblable que ces premiers produits de la réaction se transforment eux-mêmes, se simplifient, sous l'influence de l'alcali pour donner l'acide lactique.

Quelque temps après la publication des belles recherches de M. Grimaux, établissant la fonction phénolique de la morphine, un autre fait important concernant cet alcaloïde a été publié en Allemagne par MM. von Gerichten et Hugo Scrötter; ces savants ayant soumis à la distillation sèche un mélange de morphine et de poudre de zinc ont obtenu un corps dont la formule est $C^{17}H^{11}Az$. On a répété là la célèbre expérience de Graebe et Liebermann qui, en traitant par le zinc l'alizarine de garance, mirent à nu l'anthracène, noyau fondamental de cette matière colorante, et purent ainsi en faire la synthèse industriellement en partant des anthracènes de goudron.

Dans cette distillation sèche de la morphine on a encore observé la formation d'ammoniaque de pyridine, de quinoléine, de pyrol et surtout de phénanthrène qui est le produit principal.

Le corps $C^{17}H^{11}Az$ est la phénanthrène quinoléine et, bien que formé en petite quantité, c'est le produit capital de la réaction; il constitue le squelette de la morphine et renferme le même nombre d'atomes de carbone que cette base dont il ne diffère que par de l'hydrogène et de l'eau.



$$\underbrace{C^{17}H^{19}AzO^3}_{\text{Morphine.}} - 3H^2O - H^2 = \underbrace{C^{17}H^{11}Az.}_{\text{Phénanthrène quinoléine.}}$$

Dans les conditions de température où la phénanthrène quinoléine prend naissance, il n'est pas surprenant de la voir se décomposer dans les substances plus simples qui la constituent elle-même; il se forme alors du phénanthrène et de la quinoléine au premier degré; puis ces corps eux-mêmes, ainsi qu'on le sait par expérience, se simplifient à leur tour en pyridine ammoniaque et gaz de diverses natures. Combinant par la pensée les travaux de M. Grimaux et de von Gerichten, on peut dès à présent considérer la morphine comme un phénol plus ou moins hydrogéné de la phénanthrène quinoléine et prévoir sa synthèse dans un avenir peu éloigné, la synthèse, même pratique, de la phénanthrène quinoléine ne paraissant en aucune façon un problème au-dessus des ressources de la chimie organique.

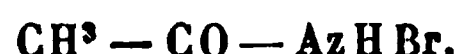
Il y a seulement cinq ans, on ne pouvait se faire la moindre idée sur la nature des alcaloïdes oxygénés naturels; c'est alors que s'est établie la théorie de la série pyridique, théorie renouvelée de la série aromatique, et comme elle féconde en résultats; depuis la découverte de ce monde nouveau de combinaisons, on a pu disséquer les molécules alcaloïdiques à la lumière des théories nouvelles, sans lesquelles aucun travail n'avait jusqu'alors donné de résultats utiles.

Trois alcaloïdes sont actuellement en imminence de synthèse : l'atropine, la piperine et la morphine.

M. A.-W. Hofmann (*Berichte der Chemische Gesellschaft*, 1881, p. 2725; — 1882, p. 407) a examiné l'action du brome en solution alcaline — c'est-à-dire d'une hypobromite alcaline — sur l'acétamide. Cette réaction conduit à des résultats assez inattendus. Dans cette réaction il se forme de la méthylacétylurée par l'union de deux molécules d'acétamide en présence d'un atome de brome. L'auteur interprète ce résultat qui fait passer si facilement d'une amide à une urée par la formation d'une série de produits qui réagissent

les uns sur les autres et se compliquent graduellement. Le premier terme de cette série est un produit d'addition pure et simple, l'acétamide et le brome se combinent et forment un produit peu stable, qu'il n'est même pas possible d'analyser.

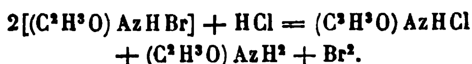
Par la digestion d'une molécule de brome et d'une molécule d'acétamide, en présence de la potasse, on obtient au bout de quelque temps une matière cristalline abondante, qui, par l'analyse, a été reconnue pour de la bromacétamide C^2H^4BrAzO. Ce corps est bromé dans l'azote, c'est une sorte de dérivé du bromure d'azote et on peut l'écrire sous la forme :



$$CH^3 - CO - AzHBr.$$

C'est ce corps qui, réagissant sur une nouvelle molécule d'acétamide, donne une urée substituée par perte d'une molécule d'acide bromhydrique.

L'expérience réussit fort bien quand on traite par la soude le mélange des deux corps. L'acétobromamide présente une réaction qu'on peut trouver extraordinaire en chimie organique, et qui montre combien le brome est légèrement uni à l'azote ; il est déplacé en présence de l'acide chlorhydrique avec mise en liberté de brome et formation d'acétamide.



$$2[(C^2H^3O)AzHBr] + HCl = (C^2H^3O)AzHCl + (C^2H^3O)AzH^2 + Br^2.$$

Cette équation vaut la peine d'être examinée à plus d'un titre, car il n'est pas ordinaire de voir de l'acide chlorhydrique chasser le brome en perdant lui-même de l'hydrogène.

L'action du brome sur l'acétobromamide a fourni à M. Hofmann l'acétodibromamide par une réaction des plus simples, deux atomes de brome font la substitution et HBr est éliminé ; le produit résultant est du bromure d'azote $Az Br^3$ dans lequel l'acétyle C^2H^3O remplace un atome de brome.

Plus on va, plus une revue de chimie devient une revue de chimie organique ; c'est toujours sur les dernières idées mises en avant que les esprits se jettent avant d'avoir élucidé les vieilles questions ; on a abandonné la chimie minérale pour l'organique, qui était alors la série grasse, aujourd'hui délaissée à son tour pour les séries aromatique et pyridique ; cette dernière surtout accapare les esprits. Il est bien rare qu'on ait l'occasion de lire un mémoire de chimie minérale pure, qui ne soit pas de la chimie physique, un mémoire qui nous apporte quelque chose de neuf sur la nature des combinaisons métalliques et tende à mettre la chimie des autres corps simples sur une aussi belle voie que celle du carbone. Et c'est peut-être en France que la chimie minérale est le moins en discrédit. Par un heureux hasard nous trouvons cependant un mémoire sur les métaux du groupe de la cérite dans les *Berichte* (1882, p. 109). M. Brauner s'est demandé qu'elle était la place qu'il convenait d'assigner à ces métaux dans la classification systématique de Mendeleef. C'est là certainement un sujet intéressant, car les chimistes eux-mêmes n'ont qu'une notion très vague des caractères généraux de ces métaux ; si on parvenait à les caser dans une classification quelconque, on se représenterait plus facilement leurs propriétés d'après leur voisinage et on ferait disparaître l'abîme qui existe entre les métaux rares et ceux qui ne le sont pas.

Pour M. Brauner, la tétratomicité du cérium étant établie, on doit placer ce métal dans la série du carbone, du silicium et du titane, et on aurait par ordre de poids atomiques croissants selon l'idée de Mendeleef :



C.Si.Ti.Zr.Sn.Ce.Pb.Th.

Le poids atomique du cérium est égal à 141 et il forme les combinaisons $CeO^2, Ce^2O^3, CeFl^4, Ce^2Cl^6$.

Le didyme dont le poids atomique est 146.5 doit être considéré comme pentatomique et figurer dans la série de l'azote :



Az.Ph.Va.As.Nb.Sb.Di.Er.Ta.Bi,

car il forme les combinaisons $Di^2O^5, Di^2O^3, DiCl^3$ et $DiOCl$.

Le lanthane, poids atomique 139, ferait partie de la série



B. Al. Sc. Ga. Yt. In. La. Yb. Tl.

On voit donc, d'après l'auteur, que les métaux du cérium n'appartiendraient pas aux mêmes séries ; ils seraient au contraire répartis entre trois séries essentiellement différentes. L'auteur a encore fait des recherches étendues sur le cérium et le didyme.

Le cérium, purifié par des précipitations fractionnées à l'état de $Ce^2O^4 + 3H^2O$ par le chlore, a pu être transformé en fluorure hydraté $CeFl^4 + H^2O$ en faisant réagir de l'acide fluorhydrique sur le bioxyde cérique.

Pour le didyme, l'auteur a obtenu des résultats plus importants. Il a préparé des sels de didyme purs par une longue série de précipitations et de cristallisations fractionnées ; ces sels étant d'une pureté spectroscopique, il a refait sur trois échantillons de préparations différentes la détermination du poids atomique qui se trouve désormais parfaitement établie par plusieurs expérimentateurs. Ce poids est 146.5.

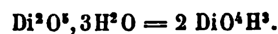
Voici maintenant des résultats nouveaux qui dissipent toute incertitude sur la composition des oxydes de cérium.

M. Brauner a pu obtenir les pentoxydes de didyme anhydre et hydraté. Quand on calcine au rouge sombre de l'azotate de didyme dans un courant d'oxygène, il reste une masse poreuse brune qui renferme Di^2O^5.



$$Di^2O^3, 2Az^2O^5 = Di^2O^5 + 4Az^2O^2.$$

L'oxyde Di^2O^5 perd de l'oxygène par la calcination et se transforme en Di^2O^3. Outre cet oxyde anhydre on peut obtenir l'oxyde hydraté par l'action de l'eau oxygénée en présence de la soude sur l'azotate de didyme. L'oxyde hydraté qu'on obtient ainsi renferme $Di^2O^5 + 3H^2O$ et répond par conséquent au type de formule de l'acide phosphorique



$$Di^2O^5, 3H^2O = 2\, DiO^4H^3.$$

L'auteur a encore obtenu divers corps moins importants, notamment des combinaisons de fluorure de potassium avec du trifluorure de didyme.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 27 MARS 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* opère les doubles décompositions des sels haloïdes d'argent, d'abord sur les cyanures et autres sels haloïdes, puis sur les chlorures, bromures, iodures opposés entre eux.

Les sels doubles obtenus jouent le même rôle que les sels acides, dont l'influence a été étudiée précédemment. Ils sont les intermédiaires véritables des déplacements inverses, avec les sels d'argent comme avec les sels de mercure, par voie humide aussi bien que par voie sèche. Les conditions de leur formation de plus en plus complète, à partir des sels simples qui les composent, c'est-à-dire l'emploi d'un excès du sel alcalin et celui des solutions concentrées, sont précisément les conditions qui règlent les décompositions inverses. On s'explique par là que les déplacements inverses dans des liqueurs étendues, surtout lorsqu'on opère à équivalents égaux et sans renouveler les liqueurs, ne puissent dépasser quelques centièmes avec les sels d'argent : cette limite répond à la dissociation des sels doubles. Dans le cas des sels insolubles, d'ailleurs, la dissociation est réglée par les rapports de composition qui s'établissent au contact de la liqueur et du précipité, et d'après les lois établies par M. Ditte.

— MM. *Berthelot* et *Vieille* ont déterminé la vitesse de propagation des phénomènes explosifs dans les gaz et éclairci divers points qui restaient à examiner, entre autres : la différence des deux retards, c'est-à-dire le temps écoulé entre le signal de l'étincelle et le signal d'un interrupteur distant de $0^{m},05$. Ce temps est négatif, c'est-à-dire que le retard du signal de l'étincelle est plus grand que celui du signal de l'interrupteur.

— M. l'abbé *Mailfert* a étudié l'action de l'ozone sur les matières organiques, sur plusieurs oxydes et sulfures métalliques et sur des sels dont les bases sont susceptibles de se suroxyder, et il indique les principaux résultats qui ont été obtenus.

— M. *A. Ditte* détermine l'action des dissolutions alcalines sur le protoxyde d'étain, et il résume ses recherches en divisant les bases solubles en deux catégories : les unes qui dissolvent le protoxyde d'étain hydraté, comme potasse, soude, baryte, et le transforment en oxyde cristallisé anhydre ; et, selon les cas, cette transformation s'accompagne de phénomènes plus ou moins complexes. Les autres, comme l'ammoniaque, qui ne dissolvent pas sensiblement l'hydrate, ne lui font éprouver aucune espèce de modification.

— M. *H. Le Chatelier* a fait des recherches expérimentales sur la constitution des ciments et la théorie de leur prise.

Quand on examine au microscope polarisant une plaque mince taillée dans la masse, d'aspect pierreux, qui sort des fours à ciment Portland et dont le broyage fournit le ciment marchand, on y distingue diverses espèces chimiques. N'ayant pu réussir à en faire la séparation mécanique pour les analyser, l'auteur a cherché à déterminer leur nature en comparant leurs caractères optiques à ceux de composés calcaires reproduits par synthèse. Les espèces qui présentent les caractères les plus saillants sont les substances n'agissant pas sur la lumière polarisée ; celles agissant faiblement sur la lumière polarisée et présentant des formes cristallines très nettes ; celle qui est fortement colorée en brun agissant sur la lumière polarisée ; puis des petits cristaux agissant très énergiquement sur la lumière polarisée.

— M. *A. Haller* a fait une communication sur la campholuréthane.

Il fond à 185°-187°. Bouilli avec de l'eau, il se décompose en partie en dégageant une odeur d'aldéhyde benzoïque. Cette décomposition est plus rapide quand on le chauffe avec de l'acide chlorhydrique étendu.

— M. *G. Arth* a étudié l'action du cyanogène sur le menthol sodé. Ses réactions sont identiques avec celles que donne le dérivé du bornéol obtenu dans les mêmes conditions ; dérivé, qu'une étude plus approfondie a permis de considérer comme du bornéo-méthane, ainsi que M. Haller l'a démontré dans une communication précédente.

— M. *Jacquelain* a voulu approfondir la préparation de carbones purs, destinés à l'éclairage électrique.

Il propose trois méthodes : l'action du chlore sec, dirigé sur le carbone porté à la température du rouge blanc ; l'action de la potasse ou de la soude caustique en fusion ; l'action de l'acide fluorhydrique sur les crayons taillés, en opérant à froid et par voie d'immersion plus ou moins prolongée.

PHYSIQUE. — M. *Ad. Guébhard* présente une note sur une certaine classe de figures équipotentielles et sur les imitations hydrauliques de M. Decharme.

De même qu'on avait calculé, avant l'ingénieuse réalisation de M. Decharme, les attractions et répulsions de *filets tourbillonnaires,* de même on peut prévoir une généralisation très grande de ses figures hydrauliques. Avec des orifices de chute, ou plutôt des siphonnements convenablement calculés, on imite des pôles négatifs ; d'anciens essais, demeurés sans suite, ont permis à l'auteur d'atteindre des résultats fort curieux de l'emploi de précipitations chimiques ou de pâtes solubles, en couches de couleurs alternées.

— M. *C. Resio* a obtenu un indicateur téléphonique de la torsion et de la vitesse de rotation de l'axe moteur des machines et, par conséquent, du travail.

L'appareil se compose de deux parties, reliées entre elles par le courant électrique : une, qui est appliquée à l'axe moteur, forme le transmetteur ; l'autre, placée où l'on veut, constitue l'appareil récepteur.

On déplace la bobine A' du récepteur jusqu'à ce que le téléphone devienne muet ; alors la distance des bobines du récepteur sera égale à celle des bobines du transmetteur : on connaîtra donc l'effort moteur, puisqu'on aura déterminé préalablement cet effort F correspondant aux diverses distances de ces bobines, et on pourra l'écrire sur l'échelle du récepteur au lieu des distances. Si donc L est le bras de levier de l'effort déterminé, le travail de la machine à chaque tour de l'axe sera $2\pi LF$.

— M. *de Chardonnet* explique l'action des courants téléphoniques sur le galvanomètre.

Tant que les oscillations de la plaque vibrante conservent la même amplitude et, par conséquent, la même vitesse, les courants induits alternativement dans les deux sens, à chaque vibration complète, compensent leur action sur le galvanomètre, soit qu'ils émanent d'un électro-aimant, soit qu'ils émanent d'un microphone. Mais si les oscillations tendent vers zéro, par exemple, chaque demi-oscillation impaire a plus d'amplitude que la demi-oscillation paire suivante, et

les courants induits, direct et inverse, ne mettent plus en mouvement, deux à deux, les mêmes quantités d'électricité. Les résidus, de même signe à chaque oscillation complète, s'accumulent pour faire dévier l'aiguille, et la déviation est d'autant plus grande que le son décroît plus rapidement. C'est ce que démontre l'expérience.

— M. *J. Chappuis* a étudié le spectre d'absorption de l'ozone. Il a analysé au spectroscope un rayon lumineux ayant traversé le liquide mixte, coloré en bleu, que l'on obtient en comprimant un mélange d'acide carbonique et d'ozone. Il a observé ainsi un spectre d'absorption identique à celui de l'ozone gazeux, mais limité, à cause de la faible épaisseur du liquide traversé, par deux bandes voisines de D, et qu'il a désignées comme étant les caractéristiques de l'ozone.

— M. *Marey* présente des photographies instantanées d'oiseaux au vol.

Physiologie. — M. *E. Duclaux* a suivi la marche de la digestion intestinale.

L'expérience montre que, en mettant une matière alimentaire quelconque dans de bonnes conditions de température et de milieu, on peut la transformer complètement, par l'action de microbes ferments convenables, dans un temps qui n'excède pas la durée ordinaire du séjour des aliments dans les intestins. Or on peut affirmer que, toutes choses égales d'ailleurs, l'action des ferments est plus prompte dans l'intestin que dans un vase de verre, parce que, dans ce dernier, les produits de la fermentation ne sont pas éliminés au fur et à mesure, et que c'est une règle générale que leur présence gêne et retarde, ou même arrête le phénomène qui leur donne naissance.

— M. *A. Béchamp* adresse une lettre ayant pour sujet les microzymas des glandes stomacales et leur pouvoir digestif, en réponse à cette question : l'estomac se digère-t-il?

Puisque, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, à la température physiologique, la matière de la muqueuse stomacale disparaît, sauf les microzymas, c'est que l'estomac se digère, est digéré par ses microzymas. S'il en est ainsi, on ne comprend pas pourquoi cette muqueuse ne se digérerait pas physiologiquement. Elle se digère nécessairement; mais, tandis que la glande fonctionne, les cellules glandulaires deviennent turgides, c'est-à-dire qu'il y a organisation, multiplication de microzymas, formation de nouvelles cellules pour remplacer celles qui disparaissent. Si donc la glande ne paraît pas se dissoudre, c'est que la production est supérieure à la consommation.

— M. *J. Béchamp* présente ses recherches sur les albuminoses pancréatiques.

Il se sert de tableaux à l'aide desquels on voit que, tandis que dans les digestions gastriques le pouvoir rotatoire de la matière transformée baisse peu, reste identique et augmente quelquefois, dans les digestions pancréatiques il baisse toujours énormément. On remarque aussi la vérification de cette loi formulée par M. A. Béchamp : les zymases sécrétées par les cellules sont produites par les microzymas de ces cellules, et les microzymas isolés ont, dans une première phase de leur action, les mêmes propriétés que les zymases qu'ils ont engendrées.

— M. *G. Colin* a voulu déterminer le moment où les trichines périssent, par l'action du sel, dans les différentes préparations qu'on fait subir à la viande de porc pour en assurer la conservation et la livrer au commerce, par conséquent de préciser les conditions dans lesquelles les salaisons peuvent être consommées sans danger.

Après huit, dix et douze jours d'immersion dans la saumure, le lard conserve toutes ses trichines vivantes. Toutefois, après deux semaines, les parties profondes d'un jambon plus volumineux conservaient un grand nombre de ces nématoïdes vivants. Ils étaient tous morts à la fin du deuxième mois.

Les salaisons américaines, dans les conditions et les délais où elles nous arrivent, ne paraissent donc pas aptes à transmettre la trichinose, à supposer qu'elles soient consommées crues ou après une cuisson imparfaite. Néanmoins, il est possible que, parfois, dans les plus récentes, dans celles d'un grand volume ou mal imprégnées de sel, il reste quelques helminthes vivants. Aussi, en prévision d'un danger, certainement rare et peu grave, serait-il sage de surveiller encore ces salaisons, si les mesures de prohibition qui les frappent étaient rapportées.

— M. *Couty* a établi l'analogie des effets des lésions centrales et des lésions corticales du cerveau.

L'observation montre que les troubles de la vision, comme ceux de la sensibilité tactile, peuvent se produire après les lésions centrales les plus dissemblables et que, comme la paralysie motrice qui les accompagne, les anesthésies sont plus fréquentes après les lésions antérieures. Il y a donc là encore identité complète entre les divers ordres d'altération du cerveau : le siège de la destruction corticale ou centrale, antérieure ou postérieure, n'a aucune influence sur la nature et la localisation des symptômes. Chaque ablation, chaque section, chaque dilacération cérébrale peut déterminer des modifications des diverses fonctions nerveuses périphériques, et le cerveau du singe ou du chien doit donc être considéré comme un appareil dont les diverses parties ont les mêmes rapports avec les nerfs moteurs ou sensitifs; seulement ces rapports sont plus ou moins intimes, et leur mécanisme, comme le mécanisme de l'action propre du cerveau, reste à déterminer.

Zoologie. — MM. *Edm. Perrier* et *J. Poirier* étudient l'appareil reproducteur des étoiles de mer.

Les auteurs ont, au Muséum, des *Asterias glacialis* en pleine ponte; or il est facile de voir que les œufs s'échappent, comme l'avaient déjà observé Müller et Troschel chez l'*Asterias rubens*, par dix groupes de petits orifices situés un peu au-dessus de chaque angle interradial. Chaque groupe contient de trois à six orifices. Des *Asterias glacialis*, ouvertes par le dos durant la ponte et continuant à pondre malgré cette opération, ne nous ont montré aucun œuf engagé soit dans le canal circulaire dorsal, soit dans la poche tubulaire enveloppant le canal hydrophore. Cette poche fait en réalité communiquer le canal circulaire dorsal avec un autre canal circulaire, entourant la bouche, et auquel viennent aboutir les cavités infrabrachiales.

— M. *A. de Varenne* a observé le développement de l'œuf de la *Podocoryne carnea* et il conclut que, chez les hydraires qui ont une méduse libre, l'œuf présente le même développement que chez les espèces qui ont des sporosacs qui restent toujours fixés à la colonie.

Astronomie. — M. *Coggia* : Comète découverte, en Amérique, le 19 mars 1882. Observations faites à l'Observatoire de Marseille.

— M. *G. Bigourdan :* Observations de la nouvelle comète *a* 1882, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).

— M. *P. Tacchini :* Observations des protubérances, des facules et des taches solaires, faites à l'Observatoire du collège romain, pendant le quatrième trimestre de 1881.

MATHÉMATIQUES. — M. *Laguerre :* Sur les hypercycles.

— M. *G. Darboux :* Sur le problème de Pfaff.

— M. *E. Picard :* Sur un groupe de substitutions linéaires.

— M. *H. Poincaré :* Sur les groupes discontinus.

— M. *H. Léauté :* Sur l'application de la résistance des matériaux aux pièces des machines.

— M. *E. Sarrau :* Sur la compressibilité des gaz.

— M. *E.-H. Amagat :* Sur la relation $\varphi(v, p, t) = o$ relative aux gaz, et sur la loi de dilatation de ces corps sous volume constant.

STATISTIQUE. — M. *de Malarce* a fait la statistique de l'état actuel de la circulation monétaire et fiduciaire, et il donne quelques indications sur les modifications survenues dans l'extension du système métrique.

L'Angleterre, la nation qui a la plus grande activité commerciale, emploie relativement la moindre quantité d'instruments monétaires (monnaies métalliques ou fiduciaires) : en monnaies métalliques, 3700 millions de francs ; en monnaies fiduciaires, 1100 ; au total, 4800 millions de francs. Cela tient surtout à ce que l'Angleterre effectue une grande partie de ses opérations par les *clearing-houses* (chambres de liquidation).

Il est à remarquer que deux États européens, la Serbie et la Bulgarie, se sont joints à ceux qui frappaient, en 1879, déjà des monnaies conformes au système de l'union occidentale de la convention de 1865. En Amérique, la République Argentine est dans le même cas, ainsi que la Perse, en Asie.

— M. *O.-J. Broch* signale la cause des variations observées dans la pêche du hareng, sur les côtes de Norvège.

D'après cette hypothèse, ce serait la distance plus ou moins grande des régions où le hareng trouvera sa nourriture pendant l'été et l'automne, qui déterminera s'il peut revenir vers les côtes à temps pour frayer. Mais la cause du déplacement, tantôt vers l'ouest, tantôt vers l'est, de ces surfaces immenses couvertes par les animalcules qui servent de nourriture aux harengs, ne semble pouvoir être autre que la variation dans la direction des vents prédominants et les variations des courants de la mer dans ces parages.

— M. *Émile Blanchard,* à la suite de la précédente communication, remarque que les faits rapportés par M. Broch ont non seulement un grand intérêt économique, mais encore un intérêt zoologique considérable.

— M. *H. Fournié* a réuni dans une collection de photographies l'indication de tous les moyens que l'homme de troupe, éloigné des approvisionnements d'ambulance, peut mettre en usage en cas de blessure sur le champ de bataille.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD (t. VIII, 1881-82, 3e, 4e et 5e livraisons). — *Van den Brock :* Phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques étudiées dans leurs rapports avec la géologie stratigraphique. — *Ladrière :* Étude géologique sur les tranchées du chemin de fer du Quesnoy à Dour. — *Gosselet :* Troisième note sur le famennien ; les schistes des environs de Philippeville et des bords de l'Ourthe. — *Gosselet :* Sur le caillou de Stone. — *Achille Six :* Note sur le lias de l'Aisne et de l'ouest des Ardennes. — *Jannel :* De la connexité de quelques dépôts diluviens avec le poudingue liasique dans les Ardennes. — *Six :* Compte rendu du mémoire du Rév. Blake sur la comparaison du jurassique supérieur d'Angleterre avec celui du continent. — *Bertrand :* Discours présidentiel à la séance extraordinaire de la Société géologique du Nord, tenue à Arras, le 10 juillet 1881. — *Duponchelle :* Rapport sur les travaux de la Société géologique du Nord pendant l'année 1879-1880. — *Ach. Six :* Sur le lias ardennais. — *Lignier :* Une excursion géologique dans les Ardennes.

— JOURNAL DES ÉCONOMISTES (Revue de la science économique et statistique, nos 2 et 3, février et mars 1882). — *G. de Molinari :* L'évolution politique du XIXe siècle. — Les gouvernements de l'ère de la petite industrie. — *A.-F. de Fontpertuis :* Étude sur l'Amérique latine. — Les républiques de l'isthme central. — La Nouvelle-Grenade, le Venezuela et l'Équador. — *Ch.-M. Limousin :* Quatre congrès d'ouvriers. — *G. Fauveau :* De la méthode en économie politique. — *Lenglet :* La bière, le vin et les spiritueux en Angleterre. — *Edmond Renaudin :* Le théâtre. — La poésie économiste au XVIIIe siècle. — *Mathieu Bodet :* Les marchés à terme et les jeux de bourse. — *Rouxel :* L'État et l'école. — *Joseph Lefort :* Revue de l'Académie des sciences morales et politiques. — *Ad. Blaise :* Albums de statistique graphique des travaux publics.

— JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DE L'HOMME ET DES ANIMAUX (no 1, janvier et février 1882). — *Cornil* et *Brault :* Recherches histologiques relatives à l'état du foie, du rein et du poumon dans l'empoisonnement par le phosphore et l'arsenic. — *H. Beauregard :* Étude sur l'articulation temporo-maxillaire des balœnoptères. — *Georges* et *Fr.- Elisabeth Hoggan :* De la dégénération et de la régénération du cylindre axe et des autres éléments des fibres nerveuses dans les lésions traumatiques. — *Dubar* et *Remy :* Sur l'absorption par le péritoine ; notions anatomiques et physiologiques des voies parcourues par les substances absorbées dans l'animal vivant.

— MITTHEILUNGEN AUS DER ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL (t. II, fasc. 4 ; t. III, fasc. 1 et 2). — *Brock :* Recherches sur les organes sexuels de quelques murénoïdes. — *Dohrn :* Compte rendu des travaux de la station zoologique de Naples en 1879. — *Weismann :* Des organes sexuels de l'*Eudendrium racemosum.* — *Spengel :* De l'*Oligognathus Bonelliæ.* — *Lang :* Anatomie comparée du système nerveux des vers plats. — *Yung :* Recherches expérimentales sur l'action des poisons chez les céphalopodes. — *Bedot :* Sur la faune des siphonophores du golfe de Naples. — *Andres :* Scissiparité des actinies. — *Kausmann :* Études sur les entoniscidés et sur les bopyridés (*Jone thoracica* et *Cepon portuni*). — *Jiesbrecht :* Méthode pour la préparation d'exemplaires de collections zoologiques. — *Lang :* Affinités des vers plats avec les cœlentérés et les hirudinées. — *Dohrn :* Études embryologiques et zoologiques sur l'origine des vertébrés.

— THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (mars 1882). — *C.-S. Hastings :* Sur la correction de l'achromatisme dans un objectif doublé. — *C.-K. Wead :* Méthode pour tailler une vis micrométrique. — *O.-A. Derby :* Rochers aurifères de la province de Minas Geraes, (Brésil). — *J.-D. Dana :* Le cours de la vallée de la Connecticut river, depuis la fonte du glacier quaternaire. — *A. G. Wetherby :* Distribution géographique de quelques mollusques d'eau douce de l'Amérique du Nord, et causes probables de leurs variations. — *C.-D. Walcott :* Description d'un nouveau fossile de l'ordre eurypterida. — *A.-E Verril :* Faune de la côte sud de la Nouvelle-Angleterre. — *W.-L. Stevens :* Nouvelle forme de stéréoscope. — *H. Becquerel :* Propriétés magnétiques du fer nickelifère de Sainte-Catherine, (Brésil).

— JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE (février et mars 1882). — *E. Frémy* et *Urbain :* Études chimiques sur le squelette des végé-

taux. — *Le Roux :* Exposition d'électricité. — *Duquesnel :* Hyoscyamine cristallisée. — *P. Chastaing :* Action de l'acide azotique monohydraté sur la morphine, production de l'acide picrique. — *P. Carles :* De la présence du phosphore et de l'iode dans les huiles de foie de morue. — *Alf. Riche :* Notice biographique sur M. Bussy. — *Frémy* et *Urbain :* Études chimiques sur le squelette des végétaux. — *Le Roux :* Exposition d'électricité. — *Jungfleisch :* Sur le dédoublement de l'acide racémique. — *G. Planchon :* Note sur le quinquina à cinchonamine. — *Haller :* Étude sur l'essence de sarriette.

CHRONIQUE

Faits géographiques.

Le mois d'avril sera fertile en congrès.

C'est d'abord à Paris qu'aura lieu du 11 au 15 la vingtième réunion des sociétés savantes de France et des sociétés scientifiques de Paris.

Le 10 avril, se tiendra à Genève la seconde session du congrès international des sciences ethnographiques.

Du 12 au 14 avril, les géographes allemands tiendront à Halle leur second congrès national.

— La Société de géographie vient d'arrêter la liste de ses lauréats pour 1882 : la grande médaille d'or ne sera pas décernée cette année. Les autres prix sont donnés à MM. Revoil, Lenz, Montano et Gaffarel.

— L'Académie royale des sciences et des lettres de Turin vient d'accorder, à l'unanimité, un prix de 12 000 francs à M. d'Albertis, pour ses voyages à la Nouvelle-Guinée.

— M. Strelbitsky vient de faire paraître son ouvrage sur la superficie de l'Europe. Après avoir recommencé huit fois ses calculs sur la superficie de la France, M. Strelbitsky constate qu'elle a 4907 kilomètres carrés de plus que nos documents officiels ne l'indiquent.

— M. Stebnitzky vient de terminer ses études sur la chaîne de montagnes qui s'étend au sud-est de la mer Noire. Son principal pic, le Vartchembekdagh, a 3800 mètres d'altitude et porte des traces de glacier, bien que les neiges n'y soient plus persistantes.

— MM. F. Garnier et de Ujfalvy viennent de rendre compte à la Société de géographie de leurs voyages chez les Cosaques du Don et au Cachemire.

— M. Vénukoff a également présenté à la Société un très intéressant résumé des nivellements de M. Lessar en Turcomanie.

— Les Russes viennent d'obtenir du shah de Perse l'autorisation d'étendre leurs levés topographiques sur le Khorassan septentrional.

— Le Pundit Nain Singh, bien connu pour ses explorations au Thibet qui lui valurent la médaille d'or de la Société de géographie de Londres, est mort dans l'Inde à la fin de janvier.

Un missionnaire de Nghe an (Annam) vient de prendre copie des inscriptions de la grotte de Troc. Ces inscriptions, supposées en caractères qhiam, ont été adressées à M. Lesserteur, directeur au séminaire des missions étrangères, et seront probablement publiées dans le *Bulletin de la Société académique indo-chinoise*.

— M. Colquhoun, ingénieur civil du gouvernement de l'Inde, et M. Wahab, sont partis de Canton en février pour remonter la rivière de Canton et se rendre à Rangoun en traversant la partie nord de l'Indo-Chine orientale.

— M. Marche, voyageur naturaliste, s'occupe actuellement d'installer à la Société de géographie l'exposition des objets qu'il a rapportés des îles Philippines.

— M. W.-G. Lawes a fait dernièrement une exploration géographique et ethnologique dans la partie la plus inconnue de la Nouvelle-Guinée à l'ouest du port Moresby.

— Par suite du récent traité de paix, la Bolivie a cédé au Chili tout son littoral maritime, et n'a plus aujourd'hui de communications directes avec l'océan Pacifique.

— Arrêtée un moment à la frontière argentino-bolivienne, la mission de M. Crevaux se trouvait, aux dernières nouvelles, aux sources de la rivière Pilcomayo.

— Le lieutenant Greely vient d'envoyer un premier rapport sur l'établissement de la station circumpolaire de Fort-Conger (baie de Lady-Franklin).

— Le lieutenant autrichien Wohlgemuth doit se rendre à l'île Jean-Mayen et y fonder une station du même genre.

— Aucune nouvelle importante n'est encore parvenue sur le sort de M. Long, capitaine de la *Jeannette*.

— Une expédition suédoise doit quitter Tromsö dans le courant de mai pour aller faire le relevé géologique de la partie sud du Spitzberg; elle reviendrait à la fin d'août à Tromsö avec le professeur Nordenskjöld.

— Le gouvernement allemand a nommé une commission, composée du professeur Neumayer, du capitaine Von Schleinitz, docteur Nachtigal, MM. Dorgens, E. Hermann, qui va se réunir à Hambourg pour étudier les conditions d'établissement d'une station météorologique dans les régions arctiques.

— L'initiative d'une proposition analogue vient d'être prise en Hollande par le professeur Buys-Ballot, d'Utrecht.

La deuxième Chambre a déjà voté une partie du crédit nécessaire.

— La Société russe de géographie semble disposée à envoyer une expédition pour explorer la Nouvelle-Zemble. M. Andreïeff en aurait la direction.

— La même société et le gouvernement russe viennent en aide à l'organisation de l'expédition de M. Schultze-Rogozinsky dans l'Afrique occidentale. M. Rogozinsky pense quitter l'Europe en avril pour se rendre au golfe de Guinée.

— M. de Brazza, qui n'a encore envoyé aucun détail sur sa dernière exploration dans le bassin de l'Alima, reviendra probablement en France dans deux mois.

— Un voyageur anglais, M. Last, vient de faire à la Société de géographie de Londres le récit de son voyage de Mambois au pays de Ngourou, situé à l'ouest de Zanzibar.

— Notre compatriote, M. Blayet, chef de la station de M'Condokoua, a repris ses fonctions. Sa situation paraît bonne dans le pays malgré tous les désordres qui résultent d'une perpétuelle anarchie.

— La mission anglaise du cap Mac Lear (lac Nyassa) va fonder un nouvel établissement à Baudaoué, et se propose de créer un sanitorium sur les plateaux de Mombéra.

— Dans son exploration au pays des Niam-Niam, le docteur Junckcr s'est avancé à six jours de marche dans le sud-ouest de la rivière Ouellé.

— M. Schuver, le voyageur hollandais qui *explorait le* pays des Galla occidentaux, va revenir en Europe.

— Le gouvernement anglais va envoyer une mission en Égypte pour observer l'éclipse de soleil du 16 mai prochain.

— Le docteur Krapf, qui passa quinze ans en Afrique où il explora les monts Kilimanjaro et découvrit le lac Nyassa, est mort récemment dans le Wurtemberg, à l'âge de soixante et onze ans.

— M. Bianchini-Riccardi, actuellement au Caire, se prépare à entreprendre une exploration scientifique en Éthiopie et au Choa.

— École d'anthropologie. — Le professeur, M. G. de *Mortillet*, fera quatre excursions en 1882.

Dimanche 2 avril. — Visite du musée de Saint-Germain. Départ de Paris par le train de neuf heures trente.

Dimanche 16 avril. — Excursion à Chelles (balastières).

Dimanche 30 avril. — Brunoy (menhirs, dragages).

Dimanche 14 mai — Course à Amiens (musée, collections Saint-Acheul, Montières).

Les excursionnistes qui veulent profiter des avantages accordés par les chemins de fer doivent s'inscrire d'avance et solder leur place, au siège de l'École d'anthropologie, où le programme de chaque excursion sera affiché huit jours d'avance.

— Un chemin de fer en Perse. — Le schah de Perse a accordé la concession d'une ligne de chemin de fer allant de Téhéran à Secht, près de la mer Caspienne. La construction de cette ligne doit commencer au mois de juillet prochain, pour être terminée à la fin de l'année 1884.

La compagnie devra verser la somme de 5 500 000 francs aussitôt que le chemin de fer sera mis en exploitation. En outre, elle payera un loyer annuel de 55 000 francs pendant toute la durée de la concession, qui est de soixante années.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Paris. — Impr. [illegible] Claye. — [illegible] Quantin et Cie, rue St-Benoît. [478]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 15 15 AVRIL 1882

Paris, le 14 avril 1882.

Notre coutume n'est pas de mettre une préface aux articles que nos collaborateurs nous envoient. Nous ferons cependant une exception pour la conférence de M. Chamberland. Nous voudrions, en effet, répondre aux critiques sévères que M. le docteur Jousset de Bellesme a adressées dans le *Progrès médical* à M. Chamberland (nº du 7 avril 1882, p. 268).

Le principal grief de M. Jousset, c'est que M. Chamberland, tout comme M. Pasteur, n'est pas médecin; qu'il n'a pas, par conséquent, le droit de parler de ce qui touche à la médecine.

Sur ce point, notre honorable confrère est très affirmatif. Quelles découvertes n'aurait pas faites M. Pasteur, s'il eût été médecin! Le milieu dans lequel vivent les êtres vivants, voilà toute la question! et M. Pasteur l'a méconnue. Comment, en effet, admettre qu'un chimiste puisse parler du choléra des poules, des virus vaccins, du charbon, et même de la levure de bière et de la pébrine? N'y a-t-il pas là une inconséquence manifeste? Sera-t-il permis à quelqu'un qui n'a pas conquis ses grades à la Faculté de médecine, qui n'a pas tâté le pouls des malades, et signé des ordonnances, de faire des découvertes dans le domaine de la pathologie. Ces découvertes, s'il y en a, sont frappées à mort, et elles portent en elles un péché originel dont elles ne sauraient se laver; car celui qui les a faites ne connaissait pas le milieu pathologique. « Si dans ces questions, dit M. Jousset de Bellesme dont nous citons textuellement les paroles, il y a quelque progrès à réaliser, il ne peut venir que du côté de la médecine. »

On comprend que M. Jousset de Bellesme le prend de très haut avec les expériences de M. Pasteur. Ce savant « a découvert, il est vrai, quelques faits du plus haut intérêt »; mais il a exercé sur la médecine une influence des plus fâcheuses. La théorie parasitaire est une théorie du moyen âge, qui a fait son temps et qui a toujours été repoussée.

Ainsi, d'après cette étrange manière de voir, toutes ces mémorables expériences, qui ont excité l'admiration de l'Europe entière et qui resteront comme un modèle de précision, de perspicacité et de profondeur, ne sont que la réédition des vieilles théories d'autrefois. M. Pasteur n'a fait que recueillir la succession de Raspail : il n'a rien prouvé, il n'a rien inventé. Ce n'est pas lui qui a établi que la fermentation alcoolique est constamment due au développement d'un organisme; ce n'est pas lui qui a établi que jamais, dans les conditions expérimentales qu'on peut réaliser, il n'existe de génération spontanée; ce n'est pas lui qui a démontré qu'un organisme vivant est un milieu de culture pour certains microbes; ce n'est pas lui qui a prouvé qu'il suffit d'introduire une minime quantité de telle ou telle substance dans l'organisme pour paralyser le développement de ce microbe; ce n'est pas lui qui a émis cette conception magnifique des virus vaccins, et qui l'a appliquée à la prophylaxie du charbon; ce qui est assurément une des grandes découvertes de ce siècle.

En réalité — et c'est ici l'opinion presque unanime de tous les savants français et étrangers — nul médecin n'a rendu autant de services à la science médicale et à la chirurgie que M. Pasteur. Les faits démontrés pour le charbon, le choléra des poules, recevront sans doute bientôt une extension prodigieuse. Tous les médecins cherchent dans ce sens; mais ils ne font en cela que marcher dans la voie qui leur a été tracée par M. Pasteur.

Voilà ce que chacun reconnaît, excepté M. Jousset de Bellesme. Mais il n'est pas mauvais qu'à un concert d'éloges se mêle quelque voix discordante. Peut-être suscitera-t-elle M. Pasteur à nous faire quelque nouvelle découverte, aussi féconde que les précédentes.

PHYSIOLOGIE

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCE DE M. CHAMBERLAND

Rôle des êtres microscopiques dans la production des maladies.

Mesdames, messieurs,

J'ai à vous parler du rôle des êtres microscopiques dans la production des maladies.

Sous le nom d'êtres microscopiques ou *microbes*, on désigne tous les êtres vivants trop petits pour être vus à l'œil nu, tous ceux qu'on ne peut apercevoir qu'avec l'aide d'instruments destinés à les grossir un grand nombre de fois. Mais, si j'acceptais cette définition d'une façon rigoureuse, j'aurais à vous entretenir de maladies parasitaires connues et étudiées depuis longtemps, telles que la *gale*, produite par un *acare*, la *trichinose*, produite par un petit ver appelé *trichine*. Ce n'est pas là le but que je me propose. Parmi les êtres microscopiques, il y en a qui sont encore très petits relativement aux précédents et qui s'en distinguent aussi parce qu'ils ne sont formés que par une cellule simple ou par une réunion de cellules identiques pouvant vivre d'une façon indépendante. Ce sont ceux-là qui ont fait plus particulièrement, depuis vingt-cinq ans, le sujet des recherches de mon illustre maître M. Pasteur, et c'est d'eux seulement que je m'occuperai aujourd'hui.

Faisons des infusions de substances organiques animales ou végétales diverses, par exemple des infusions de foin, de levure de bière, de muscles de divers animaux, c'est-à-dire mettons à digérer ces substances avec de l'eau pendant quelques heures, soit à chaud, soit à froid, puis filtrons. Nous aurons des liquides très limpides comme ceux que vous voyez ici, et dans lesquels le microscope ne montre pas d'êtres organisés. Plaçons ces infusions dans une chambre chaude, entre 30 et 40°, et, après un jour ou deux, tous ces liquides seront devenus troubles. On dit qu'ils se sont altérés. — Voilà l'aspect des liquides après l'altération. — Examinons au microscope et à un grossissement de 4 ou 500 diamètres une goutte de ces liquides. Un spectacle véritablement surprenant se présente alors à nos yeux : tout le champ est rempli d'êtres vivants, les uns se mouvant avec une grande rapidité, d'autres plus lentement, quelques-uns sont immobiles. Leurs formes sont variées, surtout lorsqu'on examine des infusions de nature différente, ce qui tient à ce que chacun de ces êtres a besoin, pour vivre, de milieux ayant une composition déterminée. On y remarque des filaments longs, flexibles, ayant un mouvement ondulatoire comme des serpents : ce sont des *vibrions ;* puis des bâtonnets simples ou articulés, très courts, mobiles, dans lesquels la longueur ne dépasse guère deux fois le diamètre, et qui portent le nom de *bactéries*. D'autres se présentent sous la forme de bâtonnets droits ou articulés, mobiles ou immobiles, dans lesquels chaque article reste rigide : ce sont des *bacillus ;* d'autres enfin sont formés par des cellules ovales ou arrondies, isolées ou groupées par 2, 4, 6, 8, formant ainsi quelquefois des chaînes ressemblant aux grains d'un chapelet : ce sont des *micrococcus*.

Je m'empresse d'ajouter qu'il ne faut pas attacher une trop grande importance à cette classification, car l'aspect morphologique de tous ces petits êtres est variable suivant les conditions où ils se trouvent placés. L'histoire naturelle de beaucoup d'entre eux est loin, d'ailleurs, d'être faite, et il serait prématuré de vouloir, dès maintenant, établir une classification complète. Je n'essayerai pas davantage de trancher la question de savoir si ces êtres doivent être rangés parmi les végétaux ou les animaux, cette question ne me paraissant pas non plus suffisamment élucidée et n'ayant qu'une importance secondaire au point de vue qui nous occupe.

Je vais vous montrer quelques-unes des formes dont je viens de vous parler.

Il serait difficile de projeter des vibrions mobiles, parce qu'ils sont trop petits, mais voici d'autres êtres beaucoup plus gros et qui leur ressemblent par la forme et le mouvement (1).

Les bactéries sont également trop petites pour être projetées directement, mais voici une photographie de bacillus immobiles (2). Ce sont ces organismes qui produisent l'amertume des vins.

Voici maintenant des micrococcus. Ce sont des cellules de *Mycoderma aceti*, c'est-à-dire de l'organisme qui produit le vinaigre (3).

Enfin, voici une photographie qui vous donne une idée de l'ensemble des organismes que l'on rencontre le plus ordinairement dans une infusion altérée. Ce sont ceux trouvés par M. Pasteur dans les diverses maladies de la bière.

En voyant toutes les infusions se remplir de ces petits êtres aux formes si variées, une première pensée se présente à l'esprit. D'où viennent-ils? Les liquides étaient d'abord limpides, puis tout à coup ils se troublent et se remplissent d'une multitude prodigieuse de petits êtres vivants. Ceux-ci paraissent donc nés *spontanément*, c'est-à-dire produits par le liquide lui-même sous l'influence de la chaleur. Ce fut bien là, en effet, l'idée des premiers observateurs. Mais nous savons tous aujourd'hui, grâce aux belles expériences de M. Pasteur dans le détail desquelles je n'ai pas à entrer ici, que ces êtres viennent toujours de germes vivants formés antérieurement par des organismes semblables. Sans doute on ne peut démontrer que la génération spontanée est impossible, parce que dans les sciences d'observation on ne démontre pas une négation, mais ce que M. Pasteur a démontré, c'est que toutes les expériences par lesquelles on croyait l'avoir établie étaient erronées. S'il reste encore quelques observateurs qui croient à la génération spontanée, ils ne peuvent appuyer

(1) On projette des anguillules.

(2) On projette le bacillus de l'amertume des vins.

(3) On projette du *Mycoderma aceti*.

leur opinion que sur des vues de l'esprit. Nous dirons donc que, dans l'état actuel de la science, la génération spontanée n'existe pas.

Il est d'ailleurs facile d'avoir des infusions organiques restant indéfiniment stériles, c'est-à-dire ne donnant jamais naissance à des êtres microscopiques; il suffit de les chauffer à une température de 115 à 120°, température qui détruit tous les germes à l'état humide. Voici différentes infusions qui ont été chauffées de cette façon, et vous voyez qu'elles ont conservé leur limpidité primitive. Elles ne sont séparées de l'air extérieur que par un tampon de coton qui laisse passer les gaz, mais s'oppose à l'introduction des particules solides qui existent dans l'air. Parmi les particules se trouvent précisément ces *germes* d'organismes, germes que j'aurai l'occasion de vous montrer tout à l'heure dans leur aspect propre et dans leur mode même de formation. On peut manier ces liquides et les mettre dans d'autres vases suivant les besoins de l'expérimentation; ils resteront toujours indéfiniment stériles, pourvu qu'on réalise les deux conditions suivantes : éviter les germes de l'air, et ne se servir que de vases eux-mêmes privés de germes. La première condition dépend beaucoup de l'habileté de l'expérimentateur. Quant à la seconde, il suffit de *flamber* les vases, c'est-à-dire de les chauffer dans un fourneau à gaz à une température de 150 à 200°.

Avec ces ballons stérilisés, rien n'est aussi simple que de montrer la présence des germes dans l'air. Enlevons les tampons de coton de cent ballons, attendons quelques instants, de façon à laisser tomber les germes comme tombent toutes les poussières, puis remettons le coton. Au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, nous constaterons que 50, 60, 80 ballons et même plus renferment des organismes. Le nombre des ballons qui s'altèrent est très variable, ce qui tient à ce que les germes en suspension dans l'air sont aussi en quantité fort variable. Ils sont beaucoup plus nombreux, par exemple, dans une salle qui vient d'être balayée que dans une autre où on n'est pas entré depuis plusieurs jours; ils sont plus nombreux aussi dans les villes que dans les campagnes, dans les plaines que sur les hautes montagnes, etc.

Les germes des microbes existent également dans les eaux communes, et, en général, à la surface de tous les objets. Introduisons, en effet, quelques gouttes d'eau commune, d'eau de Seine, par exemple, des fragments de bois, de paille, de terre, dans ces ballons stériles, et au bout de deux ou trois jours, tous ces ballons seront troubles et remplis d'organismes.

Nous comprenons maintenant pourquoi nos infusions s'altèrent toujours lorsqu'on ne prend pas de précautions particulières. Les germes, cause de l'altération, proviennent, soit des vases, soit de l'air, soit des liquides.

Ainsi il semble que partout autour de nous se trouvent des germes de microbes. Cependant, en réalité, ces germes n'existent pas partout. Ils n'existent pas : 1° dans les eaux de sources au moment où elles sortent du sol; 2° dans les tissus et les liquides internes des végétaux et des animaux à l'état normal. On peut, en effet, semer les eaux de sources, les sucs des fruits, les muscles, le foie, la rate, la substance cérébrale, etc., des animaux dans des infusions organiques stériles sans provoquer le moins du monde leur altération. On peut même recueillir directement, avec une grande facilité, du sang, du lait, de la lymphe, de l'humeur aqueuse dans des ballons flambés, et ces liquides, les plus altérables que l'on connaisse, se conservent indéfiniment sans montrer jamais le moindre organisme microscopique. Voici de ces liquides recueillis depuis plusieurs mois et dans lesquels il serait impossible au micrographe le plus exercé d'y trouver trace d'êtres vivants. Cette expérience, qui est capitale au point de vue de l'étude des maladies contagieuses, suffirait presque, soit dit en passant, pour démontrer qu'il n'y a pas de génération spontanée.

On conçoit aisément que les germes, même les plus ténus, n'existent pas dans les eaux de sources et dans les tissus internes des végétaux et des animaux. De même que l'air, en filtrant sur un tampon de coton, se dépouille de toutes les poussières et de tous les germes qu'il tient en suspension, de même aussi les eaux des sources sont filtrées par leur passage à travers le sol, les liquides qui servent à la nutrition des plantes sont filtrés par les radicelles, et les aliments absorbés par les animaux sont filtrés par les muqueuses des organes de la respiration et de la digestion.

Ajoutons que l'écorce chez les végétaux et la peau chez les animaux s'opposent également, du côté de l'extérieur, à l'introduction des germes.

De tout ceci il résulte que, au milieu de la souillure générale de la terre, de l'air et des eaux, le corps des êtres vivants est fermé à l'introduction des microbes. Mais qu'arrivera-t-il si, pour une cause quelconque, des germes passent dans l'intérieur des tissus végétaux ou animaux? Vous le devinez, messieurs. Que sont, en effet, les liquides qu'on rencontre dans les végétaux et les animaux, si ce n'est de véritables infusions de la nature de celles que je vous montrais tout à l'heure? Deux cas pourront donc se présenter : ou bien ces germes ne trouveront pas les conditions propres à leur vie et à leur reproduction, et alors ils périront rapidement; ou bien ils trouveront des conditions favorables, ils pulluleront avec rapidité et envahiront tout ou partie du corps de l'animal. Dans le premier cas, les germes auront été sans action; dans le second, ils amèneront la maladie et souvent même la mort. En se reproduisant, en effet, et en envahissant le corps d'un animal, ces microbes ont profondément changé les conditions de la vie. Soit qu'ils aient donné naissance, par leurs sécrétions, à de véritables poisons, soit qu'ils aient enlevé aux cellules du corps les éléments nécessaires à leur vie, il n'en est pas moins certain que la composition des liquides et des tissus de l'organisme a changé. La maladie et la mort en sont la conséquence naturelle.

Ce n'est pas là une simple vue de l'esprit. Si on prend une infusion altérée, c'est-à-dire remplie d'organismes, et qu'on en introduise quelques gouttes sous la peau de différents animaux, tels que cochons d'Inde, lapins, moutons, poules, etc., on observe presque toujours, chez quelques-uns d'entre eux,

des désordres plus ou moins graves. Le plus souvent ce sont des abcès ou des œdèmes qui s'étendent sur une grande surface, et l'animal est malade pendant plusieurs jours, mais se guérit ensuite; quelquefois aussi il succombe à une véritable infection, comparable, sous certains rapports, à l'infection purulente chez l'homme; d'autres fois encore il ne se forme pas ou très peu de pus à l'endroit de la piqûre, et cependant l'animal succombe. Dans ce cas, son sang ou ses tissus sont remplis par un ou plusieurs microbes. Ce sont bien les êtres microscopiques introduits sous la peau qui sont cause de la maladie et de la mort, car si l'on chauffe les liquides avant de les inoculer, on ne constate plus qu'un petit désordre local tout à fait insignifiant.

Cette résistance variable que l'on observe chez les différents animaux peut tenir à deux causes, la nature même des liquides qui baignent les cellules de l'individu et la vitalité de ces cellules. En effet, il doit s'établir entre les cellules des êtres microscopiques et les cellules du corps une lutte pour la vie, lutte dans laquelle l'animal guérit ou succombe, suivant que ce sont les cellules du corps ou les microbes qui l'ont emporté.

N'avons-nous pas là l'explication des accidents qui surviennent fréquemment à la suite des opérations chirurgicales? Il y a toujours un peu de liquide et du sang qui s'écoulent de la plaie. Ces liquides, se trouvant au contact de l'air et des linges de pansement, vont se remplir d'organismes comme nos infusions; beaucoup seront inoffensifs parce qu'ils ne pourront pas se développer dans le corps, mais si quelques-uns d'entre eux jouissent de cette propriété, ils pulluleront et produiront des désordres plus ou moins graves. Sous ce rapport, on peut dire que la moindre coupure, la moindre écorchure, peuvent amener de graves maladies et même la mort. Ce sont là des cas qui malheureusement n'arrivent que trop souvent. Si j'en avais le temps, je vous citerais quelques exemples rapportés par nos meilleurs médecins, et dans lesquels une simple saignée faite au bras a suffi pour amener des complications mortelles.

Quoi qu'il en soit, en inoculant à des animaux de différentes espèces des infusions ou des liquides organiques altérés, on peut être assuré d'en trouver toujours quelques-uns qui seront malades ou qui mourront, de sorte qu'il est possible de créer, pour ainsi dire à volonté, des maladies.

Mais notre but est moins de créer des maladies que d'étudier celles, trop nombreuses déjà, qui attaquent l'homme et les animaux. La base de cette étude repose entièrement sur ce fait que les liquides et les tissus internes des animaux ne renferment jamais ni germes ni organismes microscopiques dans leur état normal, ainsi que je vous l'ai montré tout à l'heure.

Afin de mieux vous faire saisir le principe de cette étude, je vais prendre un exemple particulier, le *charbon,* qui est, dans l'ensemble des maladies contagieuses ou *microbiennes* étudiées jusqu'ici, une des mieux connues.

Dans beaucoup de contrées, en France, en Europe, et, on peut dire, dans le monde entier, surtout dans celles où on élève beaucoup de moutons, il arrive fréquemment que les troupeaux sont frappés, sans cause apparente, d'une grande mortalité; les animaux tombent comme foudroyés, c'est à peine s'ils paraissent malades pendant quelques heures. L'autopsie révèle certaines lésions : un sang noir et poisseux, une rate énorme, ramollie, ce qui a fait donner quelquefois à cette maladie le nom de *sang de rate.* Sur un troupeau de trois cents moutons, par exemple, il en meurt deux aujourd'hui, quatre demain, huit, dix, et même vingt, les jours suivants, de sorte que la plus grande partie des animaux aurait bien vite succombé si les propriétaires n'avaient reconnu depuis longtemps qu'en changeant les troupeaux de place, en les faisant émigrer dans d'autres pâturages, on parvenait presque toujours à faire cesser la mortalité.

Je n'essayerai pas de vous rappeler les différentes causes qui ont été invoquées pour expliquer cette maladie : nature du sol, des eaux, des fourrages, chaleur, humidité, pluie, tout en un mot, ce qui arrive fatalement pour toutes les questions dont la cause réelle est ignorée. Cependant on savait depuis longtemps que cette maladie était inoculable, c'est-à-dire qu'en introduisant sous la peau d'un mouton sain quelques gouttes de sang d'un mouton mort du charbon on reproduisait la maladie. C'était un premier pas fait dans l'étude de cette affection, mais depuis combien de temps ne sait-on pas que d'autres maladies sont également transmissibles; la rage, la petite vérole, la peste, la fièvre jaune, etc., et cependant nous ne paraissons guère plus avancés sur les causes de leur transmission et sur leur étiologie. Nous allons voir que pour le charbon il n'en est pas ainsi, et que la question est aujourd'hui complètement résolue.

Examinons le sang d'un mouton sain et le sang d'un mouton mort du charbon. Voilà le sang d'un mouton sain : on ne voit que des globules rouges empilés les uns sur les autres et quelques globules blancs. Voilà maintenant le sang d'un mouton charbonneux. Remarquons d'abord que les globules ont perdu la netteté de leur contour, ils sont comme fondus les uns dans les autres, ce qui fait dire que dans cette affection le sang est poisseux et agglutinatif. Mais ce qui doit surtout frapper votre attention, c'est la présence de ces filaments droits, cassés, et immobiles, qui se trouvent entre les amas des globules de sang. Nous retrouvons là une des formes des êtres microscopiques que je vous ai montrés tout à l'heure. Ce fut le docteur Davaine qui, le premier, en 1850, signala la présence de ces petits bâtonnets dans le sang des animaux morts du charbon, mais sans songer à cette époque à leur attribuer un rôle dans la production de la maladie. Ce n'est qu'en 1863, à la suite des premiers travaux de M. Pasteur, travaux dans lesquels il était démontré que les changements de composition des liquides qui avaient subi la fermentation étaient dus au développement et à la vie des êtres microscopiques, ce fut à la suite de ces travaux, dis-je, que le docteur Davaine, soupçonnant que ces filaments, auxquels il donna le nom de *bactéridies* (1), pouvaient bien être la cause de la maladie, inocula du sang charbonneux et

(1) Le mot de bactéridie est passé, en quelque sorte, dans la langue courante, et c'est pour cela que je l'emploie; mais pour se conformer

constata que, même à des doses très petites, ce sang était capable de donner la mort, et toujours il retrouvait des bactéridies en quantité prodigieuse dans le sang. Dès lors, par assimilation avec ce qui se passait dans la décomposition des matières mortes, il n'hésita pas à conclure que la maladie devait être attribuée aux bactéridies. Cette conclusion paraissait logique : cependant elle fut loin d'être acceptée généralement. Une quantité très petite de sang amenait la mort ; mais on se demandait si cette quantité très petite agissait par les bactéridies qu'elle renfermait, ou bien par un virus, inconnu d'ailleurs, virus analogue à celui du vaccin humain par exemple, dans lequel jusqu'ici on n'a pas trouvé de microbes. Cette objection était spécieuse, je le reconnais; mais pour bien la comprendre il faut nous reporter à cette époque où la théorie de la fermentation de Liebig était encore généralement acceptée. Dans cette théorie une quantité infiniment petite de matière en fermentation pouvait provoquer la fermentation d'une masse considérable, non par l'intermédiaire des êtres microscopiques, mais par une sorte de mouvement intestin qui se communiquait à toute la masse.

D'autres observateurs, et entre autres MM. Jaillard et Leplat, prétendaient d'ailleurs donner la maladie avec du sang ne contenant pas trace de bactéridies. Plus récemment, en 1876, M. Paul Bert, après avoir découvert que tous les êtres, et en particulier les microbes, sont tués lorsqu'on les soumet à l'influence de l'oxygène sous pression, avait soumis du sang charbonneux à une pression de dix atmosphères d'oxygène, et en inoculant ce sang, dépourvu d'après lui de bactéridies, il avait amené la mort aussi facilement et dans les mêmes conditions qu'avec du sang non comprimé.

Vous voyez, messieurs, comment le doute pouvait subsister dans les esprits. C'est à ce moment que M. Pasteur résolut d'aborder la question des maladies contagieuses. Il y était préparé par vingt années de travail sur les infiniment petits, pendant lesquelles il avait surtout étudié le rôle de ces êtres sur les liquides organiques comme le vin, la bière et le vinaigre, c'est-à-dire les maladies produites dans ces substances par la vie des microbes. Je me trompe en disant que M. Pasteur n'avait jusque-là étudié que l'action des microbes sur les substances mortes; dès 1865, le gouvernement l'avait chargé d'étudier une maladie qui causait alors la ruine d'une grande partie de nos contrées du midi : la *pébrine*, maladie des vers à soie. Je n'ai pas besoin de vous rappeler comment il résolut la question, et comment, en quelques années, il était arrivé, non seulement à découvrir la cause de la maladie (qui était un être microscopique), mais encore à indiquer un remède qui était aussi simple que sûr. Dans ce travail qui est, et qui restera pendant longtemps encore, un modèle pour l'étude des maladies contagieuses, notre vénéré maître avait failli succomber à la tâche. Mais dès ce jour on s'aperçut que ses travaux avaient une portée telle qu'il reçut presque immédiatement après, sur un très remarquable rapport de M. Paul Bert, la plus haute distinction que puisse ambitionner un savant : celle d'une récompense nationale.

M. Pasteur donc, quoique peu familiarisé avec les questions médicales, aborda l'étude du charbon qui, comme je vous le disais, divisait les meilleurs esprits. Du premier coup, et en quelques jours pour ainsi dire, il démontra d'une façon irréfutable, en collaboration avec M. Joubert, que la maladie du charbon était exclusivement produite par la bactéridie. Que fallait-il pour cela ? séparer la bactéridie de tout ce qui lui était étranger dans le sang. Pour arriver à ce but il sema une très petite goutte de sang d'un animal mort dans un ballon stérile de bouillon de levure neutralisé par la potasse. Au bout de vingt-quatre heures le liquide, d'abord si limpide, montra une quantité considérable de flocons très légers nageant dans son intérieur. S'il eût inoculé ce liquide à des animaux, on aurait pu objecter qu'il ne faisait qu'inoculer une dilution plus ou moins étendue, comme l'avait déjà fait le docteur Davaine. Mais il prit une goutte de ce premier ballon et l'ensemença dans un second qui se comporta comme le premier, puis une goutte de celui-ci dans un troisième, du troisième dans un quatrième et ainsi de suite. Les cultures successives restaient identiques, les bactéridies pullulaient, de sorte que, après quelques cultures, il ne restait absolument que l'organisme débarrassé de tout ce qui lui était étranger dans la goutte de sang primitif. On a calculé en effet qu'après 8 ou 10 cultures la goutte de sang se trouvait diluée dans un volume de liquide plus grand que le volume de la terre. Or la dixième, la vingtième, la cinquantième culture inoculée à la dose d'une goutte sous la peau d'un mouton amenait la mort avec les mêmes symptômes et les mêmes caractères qu'une goutte de sang.

Le doute n'était plus permis : le charbon était bien la maladie de la bactéridie.

Ces cultures répétées dans des milieux stérilisés avaient permis en même temps de faire beaucoup d'observations nouvelles sur les propriétés de la bactéridie. Voici d'abord l'aspect d'une culture au bout d'un ou de deux jours : vous voyez que la bactéridie, au lieu d'être courte et cassée, comme dans le sang, est maintenant en filaments dont les uns sont excessivement longs, et quelquefois enroulés, comme des paquets de cordes. Nous avons là un exemple d'organisme présentant un aspect variable suivant les milieux où il se trouve, et comme il en est de même pour beaucoup d'autres organismes vous comprenez pourquoi je vous disais en commençant qu'une classification complète de ces petits êtres, d'après leur seul aspect morphologique, pouvait donner lieu à de graves méprises.

Voici maintenant l'aspect de la même culture, mais après plusieurs jours. Beaucoup de filaments paraissent remplis de noyaux réfringents un peu allongés. Quelques-uns sont encore dans des filaments très nets, quelques autres forment des chaînes où on reconnaît la forme des bâtonnets qui leur ont donné naissance, mais où le contour a disparu ; d'autres enfin sont tout à fait libres et flottent dans le liquide. Ces noyaux sont les *germes, les spores ou graines* de la bactéridie, car, si on les place dans du bouillon, on en voit sortir de petits filaments qui s'allongent et reproduisent le long fau-

à la classification, il vaudrait mieux se servir du mot *Bacillus anthracis*, qui d'ailleurs est exclusivement employé à l'étranger.

trage que je viens de vous montrer. Ces germes ont été signalés pour la première fois par un Allemand, le docteur Koch; mais la découverte de ce mode de reproduction (qui n'est pas particulier à la bactéridie et qui est commun aux vibrions et aux bacillus) revient à M. Pasteur qui le premier l'a décrit, en 1870, dans son ouvrage sur la maladie des vers à soie.

Le sang charbonneux, retiré du corps d'un animal et mis au contact de l'air, se comporte exactement comme une culture artificielle : les bâtonnets s'allongent, et peu après on voit apparaître les germes dans leur intérieur.

La bactéridie existe donc sous deux formes : à l'état de filaments et à l'état de spores ou germes. Sous ces deux états ses propriétés sont fort différentes. La bactéridie filamenteuse est tuée par une température de 60°; elle est tuée par la dessiccation, le vide, l'acide carbonique, l'alcool, l'oxygène comprimé. Les spores, au contraire, résistent à la dessiccation, de sorte qu'elles peuvent former poussière et voltiger dans l'air. Elles résistent à une température de 90 à 95°, à l'action du vide, de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'oxygène comprimé. Enfin elles conservent leur vitalité pendant plusieurs années. En un mot, les germes sont beaucoup plus résistants que les bactéridies à toutes les actions qui tendent à les détruire.

Nous pouvons maintenant donner l'explication de l'expérience de M. Paul Bert. Le sang qu'il soumettait à l'action de l'oxygène comprimé était un sang qui avait été exposé au contact de l'air, et dans lequel les bactéridies s'étaient, en partie, transformées en germes. Les bactéridies filamenteuses étaient tuées sous l'influence de la pression; mais les germes résistaient à cette action, et ce sont eux qui, inoculés, reproduisaient la maladie. Je dois dire que M. Paul Bert, après avoir assisté aux expériences faites dans le laboratoire de M. Pasteur, fut le premier à reconnaître l'inexactitude de l'interprétation qu'il avait donnée avec une grande et rare loyauté scientifique.

Quant à l'expérience de MM. Jaillard et Leplat, nous verrons tout à l'heure que la maladie qu'ils inoculaient n'était pas le charbon, mais une maladie différente, *la septicémie aiguë expérimentale*.

Ainsi, après ce premier travail de MM. Pasteur et Joubert, tous les doutes étaient levés et il n'était plus possible de discuter sur la cause de la maladie charbonneuse.

Mais combien de questions restaient encore obscures dans l'étude de cette affection! Et d'abord d'où venaient les bactéridies qu'on rencontre en si grande quantité dans le sang des animaux morts spontanément? Guidés par cette idée que les microbes ne pouvaient pas plus naître d'eux-mêmes dans le corps des animaux que dans des liquides inertes, nous donnâmes à manger à des moutons de l'herbe sur laquelle on avait répandu des germes de bactéridies. Ces expériences, auxquelles j'ai eu l'honneur d'être associé ainsi que M. Roux, furent faites en 1878 dans une ferme des environs de Chartres. Au bout d'un temps variable, de quatre à neuf jours dans nos expériences, un certain nombre de moutons succombèrent, et à l'autopsie on retrouva toutes les lésions des moutons morts spontanément. Il était donc évident que l'ingestion des spores charbonneuses par les moutons pouvait leur communiquer la maladie. Une chose frappa vivement notre attention dès la première autopsie. Les ganglions et les tissus de l'arrière-gorge étaient tuméfiés et gonflés, comme si l'inoculation s'était faite par les premières voies digestives. Nous pensâmes alors qu'il pouvait exister de petites plaies à la surface des muqueuses de la bouche, et que c'était là la porte d'entrée des germes. Pour vérifier cette idée nous donnâmes à manger aux moutons des herbes contenant des corps durs et piquants comme des barbes d'orge ou de blé, des piquants de chardons, de façon à leur faire des plaies artificielles. Cette fois la mortalité fut sensiblement augmentée, de sorte que nous avons tout lieu de croire que l'introduction des germes charbonneux dans le corps des animaux se fait par les premières voies digestives; mais cette pénétration pourrait aussi avoir lieu en un autre point du canal intestinal, car nous avons constaté que les germes charbonneux traversent ce canal avec les aliments absorbés sans perdre leur virulence.

Pour avoir l'explication de la maladie spontanée il ne restait plus qu'une chose à faire : trouver les germes charbonneux sur les champs où les moutons meurent spontanément. Ici, messieurs, de grandes difficultés se présentaient. Il ne fallait pas songer à reconnaître ces germes par le seul emploi du microscope, beaucoup de germes d'autres organismes tout à fait inoffensifs ressemblant à ceux de la bactéridie. La culture ordinaire des germes dans des liquides stériles ne pouvait pas non plus nous donner de résultat, beaucoup de bacillus offrant également le même aspect que la bactéridie filamenteuse. Un seul criterium se présentait à nous : léviguer les terres pour recueillir les parties ténues dans lesquelles devaient se trouver les germes, et inoculer les dépôts à des animaux, afin de leur communiquer, si cela était possible, le charbon. Mais comment faire ces essais sur la terre de champs ayant quelquefois plusieurs hectares de superficie? Il nous aurait fallu des centaines et même des milliers d'animaux. Nous pensâmes tout naturellement à rechercher ces germes dans le voisinage des fosses où on avait enfoui des animaux morts du charbon. Ces terres, prises tantôt à la surface, tantôt dans les profondeurs, furent donc lavées, et les dépôts inoculés à des cochons d'Inde. Une autre difficulté nous attendait. Outre les germes de bactéridies la terre renfermait une multitude d'autres germes plus ou moins dangereux, de sorte que la plupart du temps nos animaux succombaient à des maladies toutes différentes de celle que nous cherchions, et entre autres à des septicémies variées. Nous profitâmes alors de la propriété que possèdent les germes de bactéridies de résister à une température de 90-95°, et nous chauffâmes nos dépôts à ces températures. Cette fois nous avions tué, non tous les germes étrangers, mais un grand nombre d'entre eux, et plusieurs de nos animaux succombèrent au charbon. Il était rare que la maladie fût la maladie charbonneuse pure, le plus souvent il y avait des fusées purulentes, des décollements même de la peau; mais la bactéridie était dans le sang, et en inoculant une

goutte de ce sang à un second animal on avait la maladie charbonneuse sans complication étrangère. Cette méthode, messieurs, que je ne puis m'empêcher de qualifier de grossière, a été depuis beaucoup perfectionnée; nous sommes arrivés à trouver des conditions de culture dans lesquelles la bactéridie se développe seule ou presque seule, de sorte qu'on peut maintenant en quelque sorte à coup sûr retrouver des germes de bactéridies partout où il y en a ; malheureusement je n'ai pas le temps de vous les exposer ici.

Quoi qu'il en soit, même avec notre méthode grossière, nous étions arrivés à démontrer rigoureusement qu'il y avait des germes de bactéridies dans la terre à la surface des fosses et dans la terre autour du cadavre. Nous n'en trouvions pas dans les terres prises à une certaine distance de ces fosses.

La présence de ces germes se conçoit aisément. Lorsqu'un animal succombe, le plus souvent, il est dépouillé avant d'être enfoui, de sorte que du sang se trouve mis au contact de l'air, et les bactéridies filamenteuses sont dans des conditions favorables pour produire des germes. Mais, en continuant nos recherches, nous fûmes amenés à constater que, même dans le cas où les animaux n'avaient pas été dépouillés avant leur enfouissement, on trouvait encore des germes, soit à la surface des fosses, soit autour du cadavre. Une nouvelle difficulté surgissait. Depuis longtemps, en effet, on sait que la putréfaction détruit la virulence du sang charbonneux. D'où proviennent donc les germes dans le cas où un animal est enfoui sans être dépecé ? Eh bien, messieurs, l'explication est extrêmement simple. Il est parfaitement vrai que la bactéridie filamenteuse périt dans l'intérieur du corps d'un animal mort sans donner de germes; mais elle ne périt qu'au bout de plusieurs jours. Avant sa mort, la putréfaction qui s'est produite sur le cadavre a dégagé des gaz, distendu la peau et donné lieu à des déchirements qui ont laissé écouler des liquides chargés de bactéridies encore vivantes. Celles-ci se trouvent dès lors au contact de l'air, et peuvent donner des germes.

Quant au mécanisme par lequel les germes formés autour du cadavre remontent à la surface de la terre, il est aussi simple qu'inattendu. Vous avez tous remarqué ces tortillons de terre qui sont quelquefois en quantité considérable à la surface du sol, et qui ne sont autre chose que les excréments des vers de terre. Vous savez tous aussi que les vers recherchent de préférence les places où les terres contiennent de l'humus, c'est-à-dire celles qui renferment des substances organiques en décomposition. Les vers, en allant chercher leur nourriture autour du cadavre, vont donc ramener sur le sol une partie de cette terre profonde qui renfermait des germes. Or ces germes ne perdent pas plus leur virulence en passant par le canal intestinal du ver de terre qu'ils ne la perdent en passant par le canal intestinal du mouton. Il n'est donc pas étonnant qu'on les retrouve à la surface du sol. Beaucoup d'autres causes peuvent aussi contribuer dans la nature à ramener ces germes, un labour un peu profond, le défoncement du sol, etc.

Il ne faudrait pas croire, messieurs, d'après cela, qu'il y a toujours et nécessairement des germes à la surface de toutes les fosses où on a enfoui des animaux charbonneux. Pour que les germes se forment, il faut que les filaments soient à une certaine température. Ils ne se forment pas, par exemple, au-dessous de 12 degrés. Si donc un animal est enfoui pendant l'hiver, et même en automne ou au printemps, surtout si le temps est pluvieux et froid, les bactéridies pourront périr sans donner des germes. Mais pendant l'été, pendant les mois de juillet, août et septembre, c'est-à-dire pendant les mois où on perd le plus d'animaux du charbon, et surtout de la façon dont on les enfouit, c'est-à-dire à une petite profondeur, il se produit presque toujours des germes.

Si j'ajoute que ces germes peuvent rester sur le sol pendant plusieurs années tout en conservant leur virulence, que, par les pluies, les herbes qui ont poussé à ces endroits sont plus ou moins souillées par la terre, et, par conséquent, plus ou moins recouvertes de germes charbonneux, nous comprendrons très bien comment la maladie se communique aux animaux, soit qu'ils mangent ces herbes sur le sol même, soit qu'ils les mangent à l'étable à l'état de fourrage sec. De plus, les grandes pluies peuvent entraîner les germes en même temps que les particules terreuses, et les porter au loin. Bref, après ces résultats, tout devenait clair pour l'étiologie de cette maladie.

Cependant nous avons voulu montrer d'une manière plus frappante encore que les germes charbonneux que l'on retrouve à la surface des fosses étaient bien la cause de la maladie dite spontanée. Une épidémie charbonneuse avait éclaté pendant l'été de l'année 1879 dans un petit village du Jura. Une vingtaine de vaches ou bœufs avaient succombé en quelques jours, et plusieurs de ces animaux avaient été enfouis dans une prairie où l'année suivante on reconnaissait encore très bien les places d'enfouissement. Après avoir constaté la présence des germes charbonneux sur ces fosses, nous entourâmes trois d'entre elles d'un petit enclos dans l'intérieur desquels nous mîmes à parquer quatre moutons. D'autres moutons témoins étaient parqués à quelques mètres des premiers à des endroits où on n'avait pas enfoui d'animaux charbonneux. Au bout de quinze jours, trois des moutons parqués sur les fosses avaient succombé au charbon, tandis que tous les moutons témoins continuaient à se bien porter. Le résultat était aussi net et aussi concluant que possible, et dès lors l'étiologie du charbon était établie d'une façon définitive.

Avant de quitter l'étude de cette maladie, permettez-moi d'ajouter quelques renseignements qui ont aussi leur importance.

D'abord un grand nombre de nos animaux domestiques sont susceptibles de la contracter, en particulier les lapins, les cochons d'Inde, les chèvres, les vaches et les chevaux D'autres espèces sont absolument réfractaires, par exemple les poules et les oiseaux, au moins à l'état adulte. Enfin quelques espèces, les chats, les chiens et les carnivores en général, ne sont réfractaires que partiellement, c'est-à-dire que la maladie qu'on leur communique par l'inoculation est plus ou moins grave, mais rarement mortelle.

L'homme lui-même n'est pas exempt de cette redoutable affection. Tous les ans un certain nombre de bergers, de bouchers, de tanneurs, après avoir manié des viandes ou des peaux d'animaux charbonneux, succombent, à une maladie connue en médecine sous le nom de *pustule maligne*, et qui n'est autre que le charbon. Le plus souvent on a pu reconnaître la porte d'entrée de la bactéridie ; cette porte était une blessure, une écorchure faite sur la peau des mains ou du visage. En Allemagne, on a signalé également la mort de plusieurs personnes ayant contracté le charbon interne, c'est-à-dire dans lequel il n'y avait pas de pustule maligne, et où la porte d'entrée des bactéridies était, comme pour les moutons, dans la bouche ou les organes de la respiration et de la digestion. Si, en France, on n'a pas encore, que je sache, signalé ces cas de charbon, la cause doit en être attribuée sans doute à ce qu'on n'a pas fait l'examen microscopique du sang, et que la maladie a été confondue avec d'autres affections ayant une analogie plus ou moins grande avec le charbon.

Cependant, si l'on tient compte de ce fait que, dans beaucoup de fermes, on sacrifie les animaux au moment où ils vont succomber, c'est-à-dire lorsque la bactéridie est déjà très développée dans le sang, et que la chair sert à la nourriture des gens de la ferme ou bien est expédiée et vendue dans la ville voisine, si l'on considère, en outre, que les vétérinaires, les bergers, les tanneurs, les équarrisseurs sont à chaque instant exposés aux causes de contagion, on est forcé de reconnaître que le nombre des personnes qui succombent est en réalité assez restreint. D'après cela, je serais porté à croire que sous le rapport de l'affection charbonneuse, l'homme pourrait être rangé à côté des carnivores, c'est-à dire à côté des animaux qui contractent rarement la maladie mortelle.

La différence que nous constatons dans l'aptitude des différentes espèces animales pour l'affection charbonneuse ne nous choque pas, car nous sommes habitués depuis longtemps à voir d'autres maladies sévir sur certaines espèces et non sur d'autres. Nous concevons d'ailleurs très bien, et l'analyse chimique l'a démontré, que les liquides qui baignent les cellules d'un mouton, par exemple, sont différents de ceux qui baignent celles d'un chien ou d'une poule ; mais ce qui nous frappe davantage, c'est de voir que, dans une même espèce, les vaches en particulier, les unes sont très sensibles au charbon, et les autres à peu près complètement réfractaires. Nous verrons tout à l'heure que quelques animaux peuvent être en partie vaccinés naturellement ; cependant il me paraît évident, d'après ces observations, qu'il doit y avoir de grandes différences dans la nature des liquides qui baignent les cellules et dans la vitalité même des cellules de deux animaux de la même espèce. Et lorsqu'on réfléchit que souvent il suffit d'un très léger changement dans la composition des liquides de culture pour que la bactéridie ne s'y développe pas, on comprend toutes les anomalies qui peuvent se présenter dans l'inoculation d'un même virus à des animaux en apparence identiques. La nature des aliments, l'état de jeunesse ou de vieillesse, la fatigue, etc., sont autant de causes qui peuvent changer la constitution du corps et, par conséquent, favoriser l'éclosion et le développement de telle ou telle maladie.

Je me suis étendu un peu longuement, messieurs, sur la maladie charbonneuse ; mais, ainsi que je vous le disais tout à l'heure, c'est à peu près la seule qui soit maintenant complètement connue, et elle doit nous servir de guide pour l'étude de toutes les autres affections contagieuses. Je me bornerai pour celles-ci à vous signaler surtout les particularités qui y ont été observées.

Dans le *choléra des poules*, par exemple, l'organisme, qui est un petit micrococcus, se trouve également dans le sang. Voici l'aspect du sang d'une poule morte de cette maladie, et vous voyez combien le microbe est différent de celui du charbon. Cet organisme se cultive très bien et conserve ses propriétés virulentes lorsqu'on le sème dans du bouillon de poule neutralisé par la potasse, mais il ne se cultive pas et même meurt très rapidement lorsqu'on le sème dans du bouillon de levure, liquide qui convient cependant très bien à la culture de la bactéridie. Nous voyons là combien il importe de trouver un liquide approprié au développement de l'organisme que l'on cherche.

Le sang ou la culture du sang d'une poule morte de cette maladie amène très rapidement la mort des lapins ; mais les cochons d'Inde sont beaucoup plus réfractaires à cette affection ; quelques-uns seulement succombent, les autres se guérissent après avoir eu des abcès plus ou moins volumineux. Le pus de ces abcès renferme pendant fort longtemps l'organisme à l'état virulent, car si on l'inocule à des poules ou à des lapins, on amène la maladie avec tous les désordres ordinaires.

La bactéridie et le microbe du choléra des poules sont deux organismes *aérobies*, c'est-à-dire qui se développent au contact de l'air et non dans le vide ou en présence de l'acide carbonique.

Avec la *septicémie expérimentale* nous allons voir intervenir une condition nouvelle dans la culture des organismes microscopiques.

Lorsqu'un mouton, une vache, un cheval ont succombé à l'affection charbonneuse et qu'on recueille le sang un jour ou deux après la mort, ce sang inoculé à des cochons d'Inde ou à des lapins ne reproduit pas le charbon. Néanmoins les animaux succombent et même plus rapidement que par le charbon, mais les lésions ne sont plus les mêmes. La rate est normale, le foie est décoloré, les globules du sang ne sont pas agglutinatifs et on n'y retrouve pas de bactéridies. Le sang d'un animal qui a succombé à cette nouvelle maladie amène très rapidement la mort d'un second, puis d'un troisième, et ainsi de suite. Cependant, si on sème ce sang dans différents liquides de culture au contact de l'air, il n'y a aucun développement. Il semble donc ici que la maladie se transmet par un virus non organisé et qui cependant se reproduit dans le corps des animaux. Ces obscurités apparentes disparaissent complètement lorsqu'au lieu d'essayer la culture du sang dans des liquides au contact de l'air on fait cette culture dans le vide ou dans l'acide carbonique. Dans ce

cas, en vingt-quatre heures, le liquide est devenu trouble, et au microscope on voit qu'il est rempli de filaments sinueux et mobiles : ce sont des vibrions. On peut alors faire plusieurs cultures successives dans le vide, et une goutte de ces cultures reproduit la maladie avec toutes ses lésions ordinaires. Cette maladie, à laquelle on a donné le nom de *septicémie expérimentale,* est donc produite par un vibrion : le *vibrion septique.*

C'est cette maladie qu'avaient reproduite, à leur insu, MM. Jaillard et Leplat en inoculant le sang d'une vache charbonneuse morte depuis quelque temps, et comme ils ne voyaient pas d'organismes dans le sang, ils en avaient conclu qu'on pouvait transmettre le charbon sans bactéridies. Le docteur Davaine avait prouvé que la maladie étudiée par MM. Jaillard et Leplat n'était pas le charbon, mais il n'avait pas les éléments nécessaires pour donner la cause de cette différence.

Je viens de vous dire, messieurs, que dans la septicémie le sang ne renferme pas d'organismes, et cependant ce sang est virulent et se cultive lorsqu'on le sème dans un liquide stérile dans le vide ou dans l'acide carbonique. Naturellement vous devez penser : mais c'est de la génération spontanée ? C'est que je n'étais pas tout à fait rigoureux en disant qu'il n'y avait pas d'organismes dans le sang. Il est vrai qu'on n'en voit pas en général dans un examen microscopique sommaire fait aussitôt après la mort, et on est frappé immédiatement de la différence qui existe entre ce sang et celui d'un animal charbonneux dans lequel les bactéridies sautent aux yeux. Mais par un examen plus attentif on finit toujours par trouver un ou plusieurs vibrions septiques rampant entre les globules du sang comme un serpent dans des feuilles, particulièrement si la température est élevée et quelque temps après la mort. Ici encore la génération spontanée n'était qu'une pure illusion.

Le vibrion septique existe donc dans le sang, en petite quantité, il est vrai ; mais enfin il y existe. Ce qui doit nous étonner, c'est de voir un animal succomber si rapidement, en douze ou quatorze heures quelquefois, par suite de la présence d'un nombre aussi petit de vibrions dans le sang. La raison en est que le sang n'est pas l'habitat de prédilection du vibrion septique. On inocule en général une goutte de sang sous la peau, eh bien, tous les muscles sur une grande étendue sont enflammés et pétris de vibrions. La sérosité autour des intestins en est également remplie. Ce n'est plus par unités qu'on les trouve dans ces endroits, mais par millions. Ils sont animés d'un mouvement assez rapide et la première projection qu'on a faite au début de cette conférence en donne une idée assez exacte.

Il ne faudrait pas croire qu'on ne peut provoquer cette maladie qu'en prenant, un jour ou deux après la mort, du sang d'un animal mort du charbon. Ainsi que M. Signol l'a montré, il suffit d'asphyxier un animal, comme un cheval par exemple, pour que, après quinze ou vingt heures, le sang du cœur et des veines profondes soit devenu virulent à tel point que si on l'inocule à des moutons et à des lapins, ceux-ci succombent en vingt-quatre ou trente-six heures. M. Signol croyait dans cette expérience avoir communiqué artificiellement au sang la virulence charbonneuse, tandis qu'il n'avait communiqué que la virulence septique, ainsi que l'a montré M. Pasteur. Les germes du vibrion septique sont en effet très communs. Le canal intestinal les renferme et après la mort d'un animal ils se développent, traversent les parois et vont se répandre dans le sang. Ce sont eux qui, probablement, commencent l'œuvre de la putréfaction.

L'étude de la septicémie expérimentale a donc introduit dans notre sujet une idée nouvelle, celle d'un organisme ne pouvant pas vivre au contact de l'air. C'est un être *anaérobie.* Non seulement il ne peut pas vivre au contact de l'air, mais il y meurt rapidement. Si on met une goutte de sérosité péritonéale remplie de vibrions au contact de l'air pendant quelques heures, tous les vibrions sont tués, et la goutte ne peut plus ni être cultivée dans le vide, ni provoquer la maladie par inoculation. Au contact de l'air les germes de vibrions septiques ne se forment donc pas ; mais dans le vide ou en présence de l'acide carbonique ils se forment en vingt-quatre ou quarante-huit heures. Ils sont alors semblables d'aspect à ceux de la bactéridie et peuvent comme eux rester au contact de l'air pendant longtemps sans se détruire. On s'explique ainsi la présence de ces germes dans l'air, dans l'eau et dans le sol. Ce sont peut-être les plus répandus, car ils se produisent, je le répète, dans presque toutes les putréfactions.

La *rage* va encore introduire une notion nouvelle dans l'étude des maladies transmissibles. Vous connaissez tous cette affreuse maladie qui se communique par la salive des chiens enragés. Ici, non seulement on ne voit pas d'organismes dans le sang, mais ce sang inoculé est incapable de transmettre la maladie à un autre animal. Les muscles non plus. Mais nous avons constaté que le cerveau possédait cette propriété. Il suffit d'inoculer une petite partie de la substance cérébrale à un chien pour lui communiquer la rage, presque à coup sûr. Bien plus, si on inocule cette substance par trépanation dans le cerveau, la période d'incubation, qui s'étend quelquefois à plusieurs mois dans les cas de morsure, est beaucoup réduite ; elle n'est plus que de douze à quinze jours. On n'a pas encore isolé l'organisme, cause probable de la rage ; mais nous savons maintenant où il doit exister à l'état de pureté et où nous devons le chercher ; ce n'est pas dans le sang comme pour le charbon ou le choléra des poules, ni dans les muscles comme pour la septicémie, mais bien dans le cerveau ou le système nerveux en général.

Je vais même plus loin : on ne conçoit pas une maladie transmissible qui ne soit pas produite par un être vivant. Que fait-on en effet lorsqu'on inocule une goutte de liquide à un animal et qu'on retire de celui-ci, après la maladie qu'on a provoquée, une quantité infiniment plus grande de virus ayant exactement les mêmes propriétés que la petite goutte de liquide inoculée ? Ce qu'on fait, messieurs, c'est une véritable culture dans l'organisme vivant, et comme nous n'avons pas d'exemple d'un poison inanimé se reproduisant dans le corps, il me paraît évident que toutes les

maladies transmissibles sont produites par des organismes microscopiques.

Une propriété commune rapproche d'ailleurs les maladies contagieuses à virus inconnus des maladies contagieuses à virus connus. On sait que la plupart des premières, celles au moins qui paraissent affecter l'organisme tout entier, ne récidivent pas. Ainsi, en général, on n'a pas deux fois la fièvre typhoïde, la rougeole, la petite vérole, etc. Or nous allons voir que les maladies contagieuses à virus connus, celles dans lesquelles ce virus est sans contredit un être microscopique, comme le charbon, le choléra des poules, ne récidivent pas non plus. C'est là un point de rapprochement très précieux pour ces sortes de maladies et qui peut nous autoriser à penser que toutes ont également pour causes des organismes microscopiques.

L'idée que les maladies contagieuses relèvent toutes de microbes a pris, à la suite des résultats que je viens d'avoir l'honneur de vous exposer, un grand développement tant en France qu'à l'étranger, et on peut dire qu'il ne se passe pas de semaine, pas de jour, pour ainsi dire, sans qu'on voie surgir la découverte d'un organisme dans telle ou telle maladie. Quelques observateurs plus hardis affirment même avoir fait la culture de ces organismes. Je ne voudrais pas, messieurs, faire la critique de ces recherches qui peuvent fournir des matériaux très utiles pour l'avenir et dont beaucoup d'ailleurs sont très bien faites ; mais je ne puis vous cacher qu'un certain nombre d'entre elles, publiées évidemment avec une trop grande hâte, ne doivent être acceptées qu'avec la plus grande réserve. Dès qu'un observateur a cru voir un organisme dans une maladie, vite il le sème, et, comme il récolte des microbes, il n'hésite pas à conclure que ce sont eux qui sont la cause de la maladie en question. D'abord je ferai remarquer que lorsqu'on n'a pas l'habitude de ce genre de manipulations, on récolte presque toujours des organismes, lors même qu'il n'y en a pas dans la goutte semée, ce qui tient à ce que les causes d'erreur par les germes étrangers sont partout autour de nous.

D'ailleurs, avant de pouvoir affirmer qu'une maladie est produite par un microbe, il faut l'avoir cultivé à l'état de pureté 10, 15, 20 fois de suite, et constaté que la quinzième, la vingtième culture inoculée à un animal reproduit la maladie primitive avec tous ses caractères. La première chose à faire est donc de chercher un animal apte à contracter la maladie que l'on veut étudier, et ce n'est pas là une chose toujours facile.

Sans doute, lorsque dans une maladie bien déterminée on aura rencontré, et cela dans tous les cas, le même organisme microscopique, il sera probable que cet organisme est la cause réelle de la maladie ; mais cette probabilité ne deviendra de la certitude que par des cultures successives dans des milieux inertes et par l'inoculation.

Je n'ai pas besoin d'insister, messieurs, sur l'importance des résultats de ces études au point de vue pratique. Tant que la cause des maladies contagieuses restait ignorée, leur traitement était réduit à l'empirisme, et malgré la somme considérable de travail, d'intelligence et de dévouement dépensée chaque jour par nos médecins, les progrès étaient nuls ou au moins très lents. Aujourd'hui la méthode dite de Lister, méthode inspirée, a-t-il dit lui-même avec une grande sincérité, par les premiers travaux de M. Pasteur, a déjà produit les plus heureux résultats dans le traitement des plaies chirurgicales. Je pourrais vous citer tel hôpital où la mortalité, avant l'emploi de cette méthode, s'élevait à 50, 60 pour 100 sur les opérés, tandis qu'elle n'est plus maintenant que de 1 ou 2 pour 100. Elle consiste, comme vous le savez, à laver les plaies et à les laisser pendant tout le temps de leur cicatrisation au contact de substances *antiseptiques*, c'est-à-dire de substances qui tuent ou empêchent le développement des microbes.

Dans les maladies internes on pourra essayer également de faire absorber des substances antiseptiques. Chaque microbe ayant une résistance variable pour les divers agents antiseptiques, chaque maladie exigera un antiseptique déterminé. Dans cette direction il est probable qu'on rencontrera de grandes difficultés, les substances qui tuent les microbes ou s'opposent à leur développement étant aussi en général des poisons pour les cellules du corps, mais peut-être trouvera-t-on des substances qui seront supportées par le corps et non par certains microbes. Il est même curieux de voir comment la médecine, par des tâtonnements plus ou moins longs, est arrivée à employer, dans beaucoup de cas, précisément les substances qui seraient indiquées par la théorie. Dans le charbon par exemple, on cautérise généralement la pustule avec le bichlorure de mercure, et ce corps est un des poisons les plus énergiques pour la bactéridie. Le bichlorure de mercure et l'acide thymique sont d'ailleurs les antiseptiques les plus puissants pour l'ensemble des organismes.

Les mesures hygiéniques contribueront aussi pour une très large part à la diminution et je dirai même à la suppression des maladies contagieuses. Pour le charbon par exemple, que faudrait-il pour le faire disparaître ? détruire par la chaleur les corps des animaux morts, cause de la production de nouveaux germes. Les germes anciens, bien que conservant leur vitalité pendant plusieurs années, finiraient certainement par disparaître.

Si, pour beaucoup d'autres maladies contagieuses, nous sommes moins avancés, nous pouvons cependant, dès maintenant, poser quelques règles générales qui, d'après l'ensemble des travaux connus, donneraient les meilleurs résultats, au moins dans le plus grand nombre des cas. Comment les germes des maladies pénètrent-ils en nous ? par l'air que nous respirons et par les aliments que nous absorbons. L'air ne renferme en réalité que peu de germes virulents. En observant avec attention la marche des épidémies, on reconnaît presque toujours que les personnes atteintes ont eu un contact plus ou moins immédiat avec des malades. On ne voit pas par exemple les épidémies franchir de grandes distances, comme cela arriverait nécessairement si les germes étaient transportés par l'air. Du reste, si l'on craignait cette cause de contagion, on pourrait, dans les épidémies intenses, purifier l'air qu'on respire.

L'avenir décidera ces questions. Mais, je le répète, je suis plutôt porté à croire que les maladies contagieuses sont produites par les germes que nous absorbons avec nos aliments. Il est avéré en particulier que la fièvre typhoïde peut se transmettre par les eaux, le lait. Si nous ne savons rien sur le germe spécial de ces différentes maladies, nous savons cependant que tous les germes sont tués par la chaleur. La plupart d'entre eux sont même tués par l'action de l'eau bouillante, et, parmi ceux qui résistent à cette action, nous n'en connaissons pas aujourd'hui qui soient nuisibles à la santé des animaux. Si donc j'avais l'honneur d'être médecin, la première chose que je recommanderais en cas d'épidémie serait de ne manger que des aliments cuits, et de ne boire que des eaux de source ou mieux des eaux ayant été préalablement bouillies.

La nature même des aliments doit avoir une certaine importance. Quand on réfléchit qu'il suffit quelquefois de circonstances futiles en apparence pour faire qu'un organisme se développe dans un milieu, et non dans un autre, on peut espérer que par une nourriture appropriée on pourra amener dans le corps des modifications suffisantes pour empêcher le développement des microbes, cause des maladies. C'est là tout un côté de la question, qui jusqu'ici n'a pas été abordé et sur lequel je me contente d'appeler votre attention.

Enfin, avant de terminer, je veux vous dire quelques mots d'une méthode de préservation des maladies contagieuses qui paraît devoir être générale, et qui, en ce moment, rend déjà de très grands services. — Je veux parler de la méthode dite des *vaccinations* préventives.

De tous temps, dans les épidémies, on a constaté chez les personnes atteintes une grande différence dans l'intensité de la maladie : les unes succombent rapidement, les autres n'ont qu'une forme bénigne dont elles guérissent facilement. Deux causes peuvent expliquer ces formes bénignes : la réceptivité plus ou moins grande des individus, réceptivité que nous avons observée dans le charbon par exemple, et l'atténuation naturelle du virus. Mais, à la fin des épidémies, on remarque que les cas qui se présentent sont presque tous bénins, ce qui prouve d'une façon à peu près certaine que le virus a perdu de sa virulence. Les virus ne nous apparaissent donc pas comme jouissant toujours des mêmes propriétés.

De plus, on sait également depuis longtemps que les personnes qui ont subi les atteintes d'une maladie contagieuse, même sous sa forme bénigne, sont préservées contre une atteinte nouvelle, c'est-à-dire que ces maladies ne récidivent pas. De là à tenter l'inoculation de la forme bénigne pour préserver de la forme grave il n'y avait qu'un pas qui fut bien vite franchi. Déjà dès le siècle dernier on *variolisait*, c'est-à-dire qu'on inoculait la petite vérole comme mesure préventive contre la variole; mais on avait bien soin de prendre le virus dans les pustules de personnes ayant une petite vérole bénigne. En général, les résultats furent très satisfaisants. Mais dans quelques cas aussi, probablement dans les cas où on avait pris le virus sur une personne naturellement réfractaire et chez laquelle ce virus, quoique énergique, n'avait donné qu'une forme atténuée de la maladie, il y eut de graves accidents. En un mot, on ne connaissait pas exactement les conditions de réussite de l'opération.

Dès qu'il fut bien établi qu'un certain nombre de maladies contagieuses avaient pour cause des microbes, il était naturel de se demander si le virus de chacune d'elles était un être toujours identique à lui-même, ayant toujours les mêmes propriétés.

Déjà MM. Coze et Feltz, puis le docteur Davaine, avaient reconnu que certains virus, comme le virus de la septicémie, augmentaient de virulence en passant par le corps des animaux. Inversement nous avons observé que dans d'autres milieux, dans le bouillon de viande en particulier, le même vibrion septique perd peu à peu sa virulence. Il est donc évident que, suivant les milieux où ils vivent, les organismes changent de propriétés.

La chaleur, avant de tuer les microbes, paraît aussi changer leur virulence, ainsi que M. Toussaint l'a montré le premier pour la bactéridie charbonneuse.

Mais parmi toutes les causes de diminution de virulence, il y en a une qui a été étudiée récemment par M. Pasteur et qui paraît devoir être générale, car jusqu'ici elle a pu être appliquée à tous les organismes virulents que nous connaissons : c'est l'action de l'oxygène de l'air.

Je vous ai parlé tout à l'heure du choléra des poules et je vous ai dit que le petit micrococcus, cause de cette maladie, se cultive à l'air dans des flacons de bouillon de poule en conservant ses propriétés virulentes. Cela est vrai lorsqu'on inocule la culture au bout de quelques jours seulement. Mais conservons un flacon de culture à l'étuve pendant plusieurs mois et essayons sa virulence de temps en temps. Tous les quinze jours, par exemple, inoculons ce liquide à dix poules. Pendant le premier mois les dix poules mourront. Dans le mois suivant on observe déjà un changement. Il ne meurt plus que 7, 8 poules sur 10, et celles qui succombent traînent plus longtemps que les premières; au lieu de mourir en 24 ou 36 heures, elles ne meurent plus qu'après 3 ou 4 jours. On sent déjà pour ainsi dire la lutte entre le microbe et les cellules du corps de la poule. Plus tard le phénomène est beaucoup plus accusé : il ne meurt plus que 2 ou 3 poules sur 10; enfin au bout de 4 ou 5 mois il n'en meurt plus du tout, et les dix poules n'éprouvent qu'une maladie passagère dont elles se remettent bien vite. Or toutes ces poules qui ont eu la maladie bénigne sont incapables maintenant de contracter la maladie mortelle. On a beau leur inoculer le virus le plus virulent, elles ne succombent jamais, tout au plus sont-elles légèrement malades. Elles sont donc *vaccinées* pour le choléra des poules, de la même façon que l'homme est vacciné contre la petite vérole lorsqu'on lui a inoculé le virus jennérien. La cause de la diminution de virulence est la présence de l'oxygène de l'air dans le flacon, car si la même culture est conservée dans le vide, la virulence reste toujours la même jusqu'à la mort de l'organisme qui arrive après un temps plus ou moins long.

A peine étions-nous en possession de ce moyen d'atténua-

tion de la virulence des organismes, que nous avons cherché à l'appliquer à l'atténuation du virus charbonneux. Nous étions d'autant plus stimulés dans cette nouvelle recherche que la maladie charbonneuse fait perdre tous les ans pour plusieurs millions de bestiaux à l'agriculture française et probablement pour des centaines de millions à l'agriculture du monde entier, tant elle est répandue.

Nous nous sommes heurtés tout d'abord à une grosse difficulté. Le microbe du choléra des poules en effet ne donne pas de germes proprement dits dans nos cultures, tandis que la bactéridie charbonneuse en donne très rapidement. Or ces germes ont la propriété de fixer la virulence propre des bactéridies qui leur ont donné naissance, au moins pendant un très long temps. Nous ne pouvions donc faire agir l'oxygène de l'air sur les bactéridies filamenteuses pendant un temps suffisant pour voir si, sous cette influence, leur virulence diminuait. Mais nous avons trouvé une condition dans laquelle les bactéridies ne donnent pas de germes tout en restant au contact de l'air. Il suffit de semer du sang charbonneux dans du bouillon à une température de 42 à 43°. A cette température limite, les bactéridies vivent et se reproduisent encore; mais jamais elles ne donnent de germes. Dès lors en essayant la virulence du flacon après 6, 8, 10, 15 jours, nous avons retrouvé exactement les mêmes phénomènes que pour le choléra des poules. Au bout de huit jours, par exemple, notre culture, qui, à l'origine, tuait 10 moutons sur 10, n'en tue plus que 4 ou 5; après 10 ou 12 jours elle n'en tue plus du tout; elle ne fait que communiquer aux animaux une maladie bénigne qui les préserve ensuite contre la maladie mortelle. Et, chose bien digne de remarque, les bactéridies une fois atténuées dans leur virulence peuvent être cultivées à une température de 30 à 35°, température où elles donnent des germes ayant la même virulence que les filaments qui les ont formés. Ces germes peuvent alors être expédiés dans le monde entier et servir à vacciner les animaux contre l'affection charbonneuse.

Vous comprenez maintenant pourquoi M. Pasteur a donné à ces inoculations préventives le nom de vaccinations : c'était pour rappeler l'analogie qui existe entre elles et la grande découverte de Jenner, la vaccine humaine. Peut-être cependant le mot de vaccination n'est-il pas tout à fait rigoureux, car nous ne connaissons pas encore les relations qui existent entre le vaccin et la petite vérole. Le vaccin est-il une forme atténuée du virus de la petite vérole, ou bien la vaccine et la variole sont-elles deux maladies différentes? Beaucoup de faits, et surtout ceux qui précèdent, semblent indiquer que la première hypothèse est la vraie; mais nous concevons aussi qu'une maladie contagieuse ayant fait subir à l'organisme certaines modifications, cet organisme ne soit plus en état de contracter une autre maladie contagieuse plus ou moins voisine de la première.

Un résultat aussi important au point de vue pratique que celui de la vaccination charbonneuse n'a pas été sans frapper vivement l'attention du monde savant et des agriculteurs. A peine la note relatant ces faits était-elle publiée que la Société d'agriculture de Melun sollicitait l'honneur de voir cette expérience répétée publiquement devant elle. Il y avait alors beaucoup d'incrédules, et, nous l'avons su depuis, quelques-uns espéraient même montrer ainsi que les résultats obtenus dans le laboratoire de M. Pasteur étaient, sinon inexacts, du moins très exagérés. Quoi qu'il en soit, 25 moutons et 8 vaches ou bœufs furent vaccinés. Ils furent ensuite réinoculés par le virus très virulent, ainsi que 25 moutons témoins et 5 vaches non vaccinés. Tous les animaux vaccinés n'éprouvèrent aucune action; les 25 moutons témoins moururent en quarante-huit heures, et les 5 vaches furent très malades. Deux d'entre elles furent même tellement malades que pendant plusieurs jours les vétérinaires les considérèrent comme perdues.

Le succès était donc complet. Depuis ce jour plus de 130 000 moutons et 20 000 vaches ou bœufs ont été vaccinés.

Les gouvernements étrangers, pressentant tous les avantages à retirer de cette nouvelle méthode de préservation, ont voulu eux-mêmes s'assurer de son efficacité. Dès le mois de septembre dernier une expérience semblable à la précédente a été répétée, avec le même succès, par mon ami M. Thuillier, devant les représentants du gouvernement d'Autriche-Hongrie, et dans quelques jours elle sera faite de nouveau à Berlin, devant une commission nommée par le gouvernement allemand. Là, comme vous le savez, on n'accepte qu'avec grand'peine les découvertes qui viennent de l'étranger, et surtout peut-être celles qui viennent de la France, et c'est une des raisons pour lesquelles nous avons accueilli avec empressement la proposition de faire une expérience publique en présence des savants les plus autorisés de ce pays.

Si maintenant, messieurs, nous jetons un rapide coup d'œil en arrière, nous voyons quel chemin immense a été parcouru en quelques années dans l'étude des maladies contagieuses. Il y a bien peu de temps encore tout paraissait mystérieux dans cette question qui, en somme, constitue la grande pathologie. Malgré les brillantes discussions qui ont eu lieu à diverses reprises devant l'Académie de médecine, la lumière ne se faisait pas. Aujourd'hui, grâce aux travaux de M. Pasteur, la voie est ouverte, les premiers résultats sont acquis d'une façon indiscutable, les découvertes se précipitent, et il est permis d'espérer que, dans un avenir prochain, nous connaîtrons, non seulement la cause de toutes les maladies contagieuses, mais encore les moyens qui devront être employés pour les combattre.

Ch. Chamberland.

MATHÉMATIQUES

Essai sur le tracé rationnel des voies de communication dans les villes.

I.

La ville de Philadelphie est, comme la plupart des villes des États-Unis, traversée par deux réseaux d'avenues qui se coupent à angle droit. Il en résulte que les personnes qui la traversent diagonalement doivent parcourir un chemin beaucoup trop considérable. Pour obvier à cet inconvénient, il est question de percer plusieurs nouvelles voies en diagonale, rejoignant les quartiers les plus éloignés.

L'*American Journal of science* a publié à ce sujet une étude originale qui nous a servi de point de départ, et dont nous allons d'abord résumer les traits principaux.

La population de Philadelphie était, en 1880, de 846 980 habitants, très inégalement répartis sur une surface totale de 334 kilomètres carrés. 500 060 personnes occupaient 22 kilomètres carrés, et dans cette surface il y avait 351 hectares sur lesquels habitaient 113 265 personnes. La ville possède douze compagnies de chemins de fer métropolitains, qui ont transporté, l'année dernière, 100 millions de voyageurs, et ont dépensé 10 millions de francs, ce qui met la dépense occasionnée par le transport de chaque voyageur à 0 fr. 10, pour une distance moyenne de 6 kilomètres.

Avec le système actuel, la longueur d'un parcours dépasse la distance à vol d'oiseau, d'une quantité qui peut s'élever jusqu'à 42 pour 100 de cette distance. Une réduction de 25 pour 100 sur la longueur des parcours procurerait aux compagnies une économie annuelle de 2 500 000 francs, et aux voyageurs une économie de 12 millions d'heures. Elle permettrait du même coup aux piétons de réaliser une économie de temps qu'on peut évaluer pour le moins à 25 millions d'heures, sans parler de la fatigue correspondante; elle présenterait enfin des avantages immenses au point de vue du transport des marchandises (1).

Le percement de rues diagonales aurait l'inconvénient d'exproprier et de déplacer un nombre assez considérable d'habitants, mais cet inconvénient serait compensé par la création de grandes longueurs de façades permettant à la population de se loger plus facilement au cœur de la ville.

(1) Le trafic local s'étend à une distance de 16 kilomètres du centre de la ville. Les distances de ce centre aux différentes gares varient de 900 à 4300 mètres. Le temps employé pour le parcours de ces distances varie de 6 à 29 minutes avec des véhicules traînés par des chevaux et atteignant une vitesse moyenne de 9 kilomètres à l'heure. A pied, il faut compter à peu près le double de temps. Les trains s'arrêtent environ tous les 1600 mètres et ont une vitesse moyenne de 32 kilomètres à l'heure; la durée du parcours depuis les gares jusqu'aux limites de la région suburbaine est donc d'environ 30 minutes.

Les lignes de chemins de fer qui traversent la ville ont de nombreux passages à niveau. Dans une journée de 18 heures, on compte 22 000 traversées de trains sur des passages à niveau. En d'autres termes, il y a en moyenne un train sur vingt traversées pendant chaque minute de la journée. On comprend sans peine qu'il en résulte un grand encombrement et un danger excessif.

II.

Le tracé orthogonal des rues présente une grande simplicité et offre des avantages incontestables au point de vue de la distribution intérieure des maisons; mais il est terriblement monotone, et nous venons de voir qu'il présente des inconvénients graves au point de vue de la facilité des communications.

A quelles conditions doit donc satisfaire le tracé des rues dans les villes?

En vertu du principe *Omnia in numero, pondere et mensura,* nous avons essayé de soumettre cette question au calcul; mais nous avons vite reconnu que, même en adoptant de nombreuses simplifications, elle donnait lieu à des problèmes de géométrie extrêmement compliqués. Nous nous bornerons donc à signaler aux géomètres cet intéressant sujet d'études et à faire connaître, parmi les résultats que nous avons obtenus, ceux qui nous paraissent offrir un intérêt pratique. Nous envisagerons la question sous les deux aspects suivants :

1° Suivant quelle loi convient-il de disposer les rues pour perdre le moins de place possible, tout en ayant la plus grande longueur possible de voies de communication?

2° Étant donnée une surface dont on connaît la forme et l'étendue, et connaissant la loi de répartition de la population, comment faut-il tracer les voies de communication, pour raccourcir le plus possible les différents parcours et particulièrement les plus fréquentés?

Nous n'étudierons ces deux problèmes que dans quelques cas particuliers très simples, mais nous pourrons néanmoins en déduire quelques conclusions intéressantes.

La cherté des terrains dans l'intérieur des villes explique suffisamment l'intérêt qui s'attache à la première question. Quant à la seconde, elle s'impose d'elle-même.

Nous avons indiqué plus haut l'importance des transports à l'intérieur de Philadelphie. Voici, d'après la statistique officielle, quelques chiffres relatifs à la circulation dans Paris pendant l'année 1878 :

Omnibus et tramsways . .	nombre des lignes. .	70
	longueur totale . . .	234 kilomètres.
	voyageurs transportés	127 millions.
Bateaux	nombre de lignes . .	6
	longueur totale . . .	44 kilomètres.
	voyageurs transportés	15 millions.
Voitures de place; recette	totale.	21 millions de fr.
	par journée de voiture	17 francs.
Voitures de grande remise; recette.	totale.	3 millions de fr.
	par journée de voiture	29 francs.
Chemins de fer de Ceinture.	nombre des gares . .	35
	voyageurs transportés	15 millions.
Autres chemins de fer . .	nombre de gares. . .	9
	voyageurs arrivés . .	22 millions.
	voyageurs partis. . .	22 millions.

III.

Problème I. — Si on suppose une ville carrée dont le côté est égal à $2a$, si l'on divise chaque côté en n parties égales, et si l'on joint les points de division par deux réseaux de voies, on divise la ville en n^2 îlots. La longueur des rues intérieures est $4(n-1)a$ et celle des boulevards extérieurs

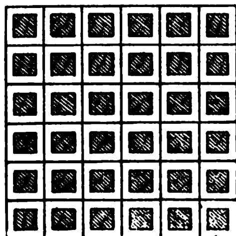


Fig. 30.

$8a$. Si la largeur des rues est 2ϵ pour les rues intérieures, et ϵ pour les boulevards extérieurs, la surface habitée est $4(a-n\epsilon)^2$, et la surface des rues $4n\epsilon(2a-n\epsilon)$.

Problème II. — Si on suppose une ville carrée dont le côté est égal à $2b$, si on divise chaque côté en K parties égales, et si on joint les points de division par 4 réseaux de voies,

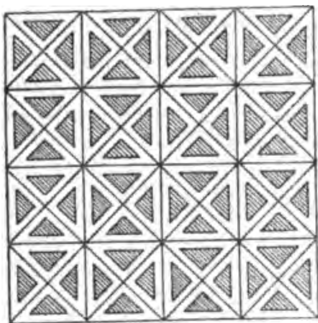


Fig. 31.

on divise la ville en $4K^2$ îlots triangulaires; la longueur des rues intérieures est $4b(K+K\sqrt{2}-1)$, et celle des boulevards extérieurs $8b$. Si la largeur des rues est 2ϵ pour les rues intérieures et ϵ pour les boulevards extérieurs, la surface habitée est $4\left[b-K\epsilon\left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right]^2$, et la surface des rues $4K\epsilon\left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\left(2b-K\epsilon\left(1+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right)$.

Problème III. — Si on suppose une ville hexagonale, dont le côté est égal à h, si on divise chaque côté en p parties égales, et si on joint les points de division par 3 réseaux de voies, on divise la ville en $6p^2$ îlots triangulaires. La longueur des rues intérieures est $3(3p-1)h$, et celle des boulevards extérieurs $6h$. Si la largeur des rues intérieures est 2ϵ, et celle des boulevards extérieurs ϵ, la surface habitée est $\frac{\sqrt{3}}{2}\left(h\sqrt{3}-4p\epsilon\right)^2$ et celle des rues

$$4\sqrt{3}p\epsilon(h\sqrt{3}-2p\epsilon).$$

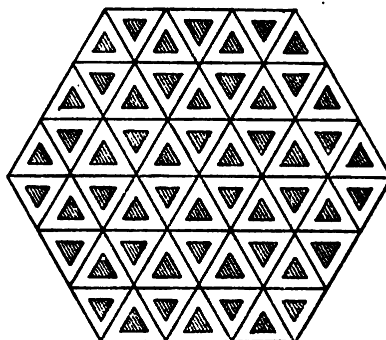


Fig. 32.

Problème IV. — Si on suppose une ville circulaire de rayon r, si on divise le rayon en α parties égales, et la circonférence en β parties égales, si on mène les rayons et les

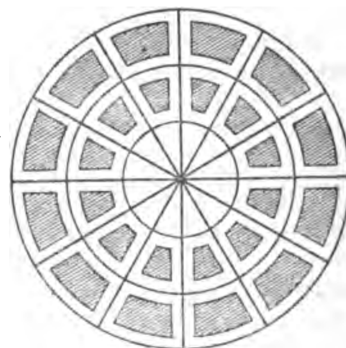


Fig. 33.

circonférences, et si on admet enfin que le noyau central est occupé par une place, on divise la ville en $(\alpha-1)\beta$ îlots. La longueur des rues radiales depuis la place est $\beta r\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)$, le tour de la place est $\frac{2\pi r}{\alpha}$, les rues circulaires ont une longueur $\frac{\pi r(\alpha^2-\alpha-2)}{\alpha}$, et le boulevard extérieur a une longueur $2\pi r$. La surface habitée est approximativement

$$\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\left[\pi r^2\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)-2r\epsilon\left(\beta+\pi(\alpha+1)\right)+4\alpha\beta\epsilon^2\right]$$

et la surface des rues et places

$$\frac{\pi r^2}{\alpha^2}+2r\epsilon\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\left[\beta+\pi(\alpha+1)\right]-4(\alpha-1)\beta\epsilon^2.$$

Comparaison. — Pour comparer les résultats ci-dessus, nous allons les appliquer à des villes de 1600 hectares, par-

tagées en un millier d'îlots par des rues de 20 mètres de largeur.

TYPE.	DONNÉES	NOMBRE DES PATÉS de Maisons.	LONGUEUR TOTALE des rues.		SURFACE. Habitée.	SURFACE. Des rues.
			Kilomètres		Hectares	Hectares
Carré. . . .	$a=2000$ $n=32$	1024	264		1128	472
Octogonal. .	$b=2000$ $K=16$	1024	301		1193	407
Hexagonal. .	$h=2482$ $p=13$	1014	298		1236	364
			Radiales.	Circulaires		
Circulaire. .	$r=2256$ $\alpha=18$ $\beta=60$	1020	128	132	1127	473

Parmi ces quatre types, le type hexagonal paraît le plus satisfaisant au double point de vue de la longueur des rues et de la surface habitable.

IV.

Problème V. — Considérons une droite homogène de longueur l, et un point situé à une distance x du centre. Si on prend un point au hasard sur la droite, sa distance moyenne au premier point est mesurée par $\frac{l}{4}+\frac{x^2}{l}$. Cette distance moyenne varie de $\frac{l}{4}$ à $\frac{l}{2}$, suivant la position du point.

Si on prend au hasard deux points sur cette droite, la distance de ces deux points peut prendre toutes les valeurs comprises entre o et l. La probabilité pour qu'elle soit comprise entre Δ et $\Delta+d\Delta$ est $\frac{2(l-\Delta)\,d\Delta}{l^2}$. La distance moyenne de deux points pris au hasard est $\frac{l}{3}$.

Problème VI. — Considérons une droite de longueur $2h$; elle n'est pas homogène, et la densité décroît à partir du centre vers les extrémités, proportionnellement à $2h-x$, x étant la distance absolue du point par rapport au centre. Le poids total de la ligne est $3h^2$. La probabilité pour que la distance *absolue* d'un point A, par rapport au centre, soit comprise entre x et $x+dx$, est $\frac{2(2h-x)\,dx}{3h^2}$.

La probabilité, pour que la distance de deux points soit comprise entre Δ et $\Delta+d\Delta$, est donnée par la formule

$$\frac{(2h-\Delta)\,(22h^2-10h\Delta+\Delta^2)}{27h^4}\,d\Delta$$

quand Δ est compris entre h et $2h$, et par la formule

$$\frac{3\Delta^3-12h\Delta^2-6h^2\Delta+28h^3}{27h^4}\,d\Delta$$

quand Δ est plus petit que h.

Problème VII. — On peut se proposer le même problème, en supposant que la densité soit proportionnelle à $h-x$.

Le poids total de la ligne est h^2. La probabilité pour que la distance de deux points soit comprise entre Δ et $\Delta+d\Delta$ est donnée par la formule $\frac{1}{3h^4}(2h-\Delta)^3\,d\Delta$ quand Δ est compris entre h et $2h$, et par la formule

$$\frac{(4h^3-6h\Delta^2+3\Delta^3)}{3h^4}\,d\Delta$$

quand Δ est compris entre o et h.

Problème VIII. — Considérons deux droites homogènes d'égale longueur, prenons au hasard deux points sur chacune d'elles et mesurons le rapport ρ des distances $\frac{\Delta}{\Delta'}$. La probabilité pour que ce rapport soit compris entre ρ et $\rho+d\rho$, est donnée par la formule $\frac{d\rho}{3}(2-\rho)$, si ρ est plus petit que 1, et par la formule $\frac{d\rho}{3\rho^3}(2\rho-1)$, si ρ est plus grand que 1.

Le rapport de deux longueurs présente deux valeurs inverses l'une de l'autre. Si, au lieu de déterminer par avance l'ordre dans lequel on compare les deux longueurs, on se pose, comme condition, de considérer toujours le rapport plus petit que 1, la loi de probabilité devient $\frac{2d\rho}{3}(2-\rho)$ et la probabilité pour que le rapport soit compris entre deux valeurs ρ et σ quelconques, mais plus petites que 1, est

$$\frac{(\sigma-\rho)\,(4-\rho-\sigma)}{3}\ (1).$$

Problème IX. — Considérons une ville carrée homogène, telle que celle que nous avons étudiée au problème I; soit $2a$ la longueur du côté du carré. Considérons le point qui a pour coordonnées x et y par rapport au centre du carré; et mesurons ses distances aux divers points du carré en suivant les rues. La moyenne de ces distances est donnée par la formule $\frac{2a^2+x^2+y^2}{2a}$.

Le lieu des points pour lesquels cette distance moyenne est la même est un cercle. Pour le centre de la ville, la distance moyenne est a, et pour les angles elle est $2a$. Pour tous les points du carré, la moyenne générale est $\frac{4}{3}a$.

Choisissons au hasard deux points dans l'intérieur de la ville. Soit x la différence des abscisses, et soit y la différence des ordonnées; on peut toujours admettre que x est plus grand que y. Appelons ρ le rapport $\frac{y}{x}$. Il résulte du problème VIII qu'il y a une probabilité $\frac{2d\rho\,(2-\rho)}{3}$ pour que ρ

(1) Nous recommandons aux géomètres la discussion des formules qui résolvent les problèmes V, VI, VII et VIII. Ils trouveront facilement des résultats intéressants que le manque d'espace nous empêche, à notre grand regret, d'insérer dans cette étude.

soit compris entre ρ et $\rho + d\rho$. La distance à vol d'oiseau des deux points est $\sqrt{x^2+y^2}$ et la distance en suivant les rues est $x + y$. Le rapport de ces deux distances est $\frac{x+y}{\sqrt{x^2+y^2}} = \frac{1+\rho}{\sqrt{1+\rho^2}}$. Il varie entre 1 et $\sqrt{2} = 1,414$ et sa valeur moyenne est

$$\frac{5}{3}\frac{\log(1+\sqrt{2})}{\log e} - \frac{2-\sqrt{2}}{3} = 1,274.$$

Le trajet à effectuer dépasse donc de 27 pour 100 en moyenne la distance à vol d'oiseau.

PROBLÈME X. — Considérons une ville carrée homogène avec quatre réseaux de voies, telle que celle que nous avons étudiée au problème II. — Choisissons deux points au hasard; soit x la différence des abscisses et soit y la différence des ordonnées. On peut toujours admettre que x est plus grand que y. La distance entre les deux points en suivant les rues se compose d'une rue en diagonale longue de $y\sqrt{2}$ et d'un tronçon $x - y$ de voie longitudinale. Le rapport entre cette distance et la distance à vol d'oiseau est donné par la formule $\frac{x+y(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{x^2+y^2}} = \frac{1+\rho.0,414}{\sqrt{1+\rho^2}}$.

Il varie entre 1 et $\sqrt{4-2\sqrt{2}} = 1,083$, et sa valeur moyenne est $\frac{3+\sqrt{2}}{3}\frac{\log(1+\sqrt{2})}{\log e} + 4 - 3\sqrt{2} = 1,054$.

Le trajet à effectuer dépasse donc de 5 pour 100 seulement, en moyenne, le trajet à vol d'oiseau.

PROBLÈME XI. — Considérons une ville hexagonale homogène, telle que celle que nous avons étudiée au problème III. La distance de deux points peut être comptée suivant chaque

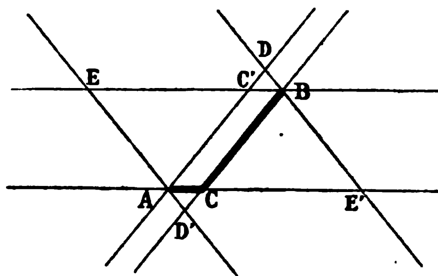


Fig. 34.

direction, parallèlement à chacune des deux autres. On a ainsi 6 distances égales deux à deux; et la probabilité de chacune d'elles est donnée par la formule du problème VI. Il faut remarquer que la plus grande des trois distances, AD = BD', est égale à la somme des deux autres : AC = BC', et AE = BE'.

Les trois distances sont donc mesurées par x, y, $x + y$. La longueur du trajet le plus direct est ACB = AC'B = $x + y$, la distance à vol d'oiseau étant $\sqrt{x^2+y^2+xy}$. Le rapport entre le trajet ACB et la distance à vol d'oiseau

$$\frac{x+y}{\sqrt{x^2+y^2+xy}}$$

varie entre 1 et $\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,155$.

Le trajet direct surpasse en moyenne la distance à vol d'oiseau d'environ 8 pour 100.

PROBLÈME XII. — Considérons une ville circulaire homogène, semblable à celle que nous avons étudiée au problème IV, et considérons deux points au hasard à l'intérieur du cercle. Soit A le rayon du cercle, soient R et r les distances des deux points au centre, et soit Ω l'angle des droites qui les joignent au centre. Par hypothèse R et r sont positifs et inférieurs à A, et Ω est positif et inférieur à 180°.

Il y a une probabilité $\frac{d\Omega}{\pi}$ pour que Ω soit compris entre Ω et $\Omega + d\Omega$. Il en résulte qu'il y a une probabilité

$$\frac{2}{\pi} = 0,637$$

pour que Ω soit inférieur à 114° 36', et une probabilité 0,363 pour qu'il soit compris entre 114° 36' et 180°.

Il y a une probabilité $\frac{2r\,dr}{A^2}$ pour que r soit compris entre r et $r + dr$. Si on appelle ρ le rapport $\frac{r}{R}$, la probabilité pour que ρ soit compris entre ρ et $\rho + d\rho$ est donnée par la formule $\rho\,d\rho$, si ρ est <1; et par la formule $\frac{d\rho}{\rho^3}$, si ρ est >1.

Si, au lieu de se donner *à priori* l'ordre dans lequel on compare R et r, on convient d'appeler R la plus grande des deux longueurs R et r, la probabilité pour que ρ soit compris entre ρ et $\rho + d\rho$ est donnée par la formule $2\rho\,d\rho$.

Si Ω est plus petit que 114° 36', le plus court chemin entre les deux points se compose de la droite MP et de l'arc PN. Le rapport entre cette distance et la distance à vol d'oiseau est mesuré par la formule $\lambda = \frac{R - r + r\Omega}{\sqrt{R^2+r^2-2Rr\cos\Omega}}$.

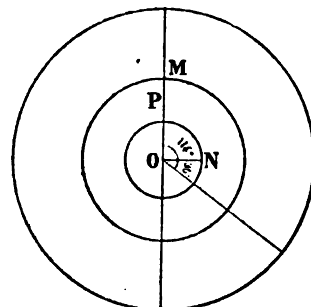


Fig. 35.

Si Ω est plus grand que 114°36', le plus court chemin entre les deux points est formé par les deux rayons, et le rapport

entre cette distance et la distance à vol d'oiseau est mesuré par la formule

$$\mu = \frac{R + r}{\sqrt{R^2 + r^2 + Rr \cos(\pi - \Omega)}}$$

Ω.	VALEUR DE λ OU μ POUR $\frac{r}{R} = \rho$.			
	ρ QUELCONQUE.	$\rho = 0$	$\rho = \frac{1}{2}$	$\rho = 1$
0	1	1,000	1,000	1,000
30°	$\frac{1 - 0,4764\,\rho}{\sqrt{1 + \rho^2 - 1,7320\,\rho}}$	1,000	1,231	1,011
57°18′	$\frac{1}{\sqrt{1 + \rho^2 - 1,0905\,\rho}}$	1,000	1,191	1,043
60°	$\frac{1 + 0,0472\,\rho}{\sqrt{1 + \rho^2 - \rho}}$	1,000	1,182	1,047
90°	$\frac{1 + 0,5708\,\rho}{\sqrt{1 + \rho^2}}$	1,000	1,150	1,111
114°36′	$\frac{1 + \rho}{\sqrt{1 + \rho^2 + 0,8346\,\rho}}$	1,000	1,162	1,184
120°	$\frac{1 + \rho}{\sqrt{1 + \rho^2 + \rho}}$	1,000	1,134	1,154
150°	$\frac{1 + \rho}{\sqrt{1 + \rho^2 + 1,7320\,\rho}}$	1,000	1,031	1,035
180°	1	1,000	1,000	1,000

Si Ω est égal à une quantité très petite ε, et si en même temps $\rho = 1 - \varepsilon$, le rapport λ s'approche de $\sqrt{2} = 1,414$.

La valeur du rapport (λ ou μ) est donc comprise entre 1,000 et 1,414, mais le plus souvent très voisine de 1,000. En moyenne, le trajet dépasse la distance à vol d'oiseau d'environ 12 pour 100.

Observations. — Les problèmes qui précèdent sont susceptibles d'applications diverses dans la pratique. Certaines villes, construites le long d'un fleuve ou d'une grande route, présentent une très grande longueur, avec une largeur restreinte, et en général décroissante à partir du centre de la ville. Tel est le cas, par exemple, de Saint-Étienne. Les habitants de ces villes doivent habituellement suivre les quais ou la grande route, et les formules des problèmes V, VI et VII font connaître les lois qui régissent les distances à parcourir (1).

Les formules du problème IX permettent d'apprécier l'avantage des habitations voisines du centre d'une ville quelconque (2).

Enfin il résulte des problèmes IX, X, XI et XII que le tracé des rues rectangulaires est extrêmement défectueux au point de vue de la facilité des transports, même en admettant que la population soit répartie uniformément sur la surface de la ville.

(1) Les mêmes formules sont applicables au service des inspecteurs de chemins de fer, qui doivent fréquemment visiter une ligne, mais principalement certaines gares.

(2) Elles mesurent également l'avantage qu'il y a pour un fonctionnaire public à résider au centre de sa circonscription administrative.

V.

En résumé, pour les villes dont la population est homogène, le tracé octogonal et le tracé hexagonal sont de beaucoup préférables au tracé carré au double point de vue de l'utilisation de la surface et de la facilité des transports. Malheureusement ces tracés présentent l'inconvénient de donner des îlots de maisons présentant des angles aigus, de 60 degrés dans un cas, de 45 degrés dans l'autre.

Dans la pratique, la population trouve avantage à se porter au centre de la ville, et plus elle s'y porte, plus elle a intérêt à s'y porter. Il en résulte que la densité de la population décroît du centre à la périphérie. Dans ce cas, le tracé circulaire est très satisfaisant. Il a, en effet, le double avantage d'offrir des voies directes vers le centre de la ville et de se prêter à l'espacement des maisons dans les quartiers excentriques.

Pour le centre des villes, où la population est compacte et homogène, où le terrain est cher et où les communications ont lieu indistinctement dans tous les sens, il conviendra d'adopter le tracé hexagonal, en réservant quelques places sur lesquelles on pourra élever des monuments publics. Le noyau central sera entouré par un boulevard, au delà duquel on adoptera le type circulaire tant soit peu modifié, afin d'éviter les rues courbes. Les principales rues de chaque faubourg seront dirigées vers la ville centrale, et chaque faubourg sera construit à peu près suivant le type rectangulaire; mais les rues transversales seront de plus en plus espacées au fur et à mesure qu'on s'éloignera du centre, et on ménagera quelques très grandes rues diagonales traversant toute l'étendue de la ville, avec peu ou prou de déviations. Au delà des faubourgs, les principales rues radiales se prolongeront encore jusqu'à une certaine distance, mais les rues transversales disparaîtront presque complètement.

Le dessin ci-contre a été construit d'après ces principes. C'est un fait digne de remarque que ce dessin rappelle beaucoup mieux les villes européennes dont la construction a été progressive que les villes américaines conçues et construites d'après un plan soi-disant rationnel.

VI.

Jusqu'ici nous avons étudié la question à un point de vue exclusivement géométrique, en laissant systématiquement de côté toutes les considérations étrangères. Pour terminer cette étude, nous allons caractériser en quelques mots l'influence que peuvent avoir les conditions géographiques, météorologiques, commerciales et politiques.

Au point de vue *topographique* il y a, en général, des directions qui s'imposent comme voies de communication ; telles sont, par exemple, les routes et les rivières qui traversent les villes.

Certaines villes peuvent se développer librement sur des plaines en quelque sorte indéfinies, tandis que d'autres sont enfermées dans des vallées étroites ou dans des îles dont elles couvrent toutes les parties.

La ville de Cadix, enfermée dans son île, a des maisons d'une extrême hauteur avec des terrasses surmontées de belvédères, dans le but d'aller chercher dans les régions plus saines de l'atmosphère l'air respirable et l'eau de pluie, qui est la seule boisson de la ville. La ville de Saint-Malo se trouve à peu près dans les mêmes conditions, sauf l'absence de terrasses, et les rues y sont également fort étroites. Chacun sait qu'à Venise, les principales voies de communication sont des canaux, et que les différents îlots sont sillonnés par des rues prodigieusement étroites et sinueuses

Au contraire, les villes de la Hongrie s'étendent sur des espaces considérables, avec une densité de population très faible. Il y a notamment une ville à laquelle les Allemands ont donné le nom de Marie-Thérèse et que les Hongrois appellent Szabadka (Liberté), qui s'étend, d'après É. Reclus, sur 896 kilomètres carrés. Ce n'est en réalité rien autre chose qu'une « province coupée d'énormes avenues régulières que des maisons bordent par intervalles », une oasis de pierre dans l'immense puszta.

Au point de vue *climatérique*, il y a lieu de remarquer que les rues étroites et tortueuses sont excellentes pour garantir les habitants contre la chaleur et contre le froid, mais qu'elles ont l'inconvénient d'accumuler les miasmes et d'empêcher la circulation de l'air. Les villes tendent à se développer du côté d'où viennent les vents dominants; cette région est en effet plus agréable, puisqu'elle est habituellement soustraite aux émanations malsaines de la ville.

Paris tend à se transporter vers l'ouest. On peut suivre ce mouvement depuis le vieux Louvre jusqu'aux Champs-Élysées.

Au point de vue *économique*, il faut tenir compte de la densité de la population et de la fréquence des communications. Il importe que des communications larges, directes et faciles relient les principaux centres d'habitation, en suivant la direction des courants commerciaux les plus habituels. Il conviendrait théoriquement que la largeur de chaque rue fût proportionnée au trafic correspondant.

Au point de vue *historique*, on est obligé dans la construction de chaque voie nouvelle de tenir largement compte des conditions existantes.

Quelquefois les villes se construisent avec une rapidité telle, que l'on peut en quelque sorte dire qu'elles sont bâties de toutes pièces, d'après un plan conçu à l'avance. Elles présentent alors en général une disposition régulière. Tel est le cas de la ville de Carlsruhe dont les avenues convergent vers le château, tel est surtout le cas de la plupart des villes américaines.

Habituellement, et surtout dans notre vieille Europe, les villes se développent lentement, et les circonstances diverses de leur histoire influent sur le tracé de leurs voies de communication.

Les villes ouvertes s'agrandissent en général graduellement par la construction de maisons le long des routes qui se dirigent vers les villes voisines. Elles prennent ainsi une forme en quelque sorte rayonnée, ou plutôt palmée, très favorable à la facilité des communications.

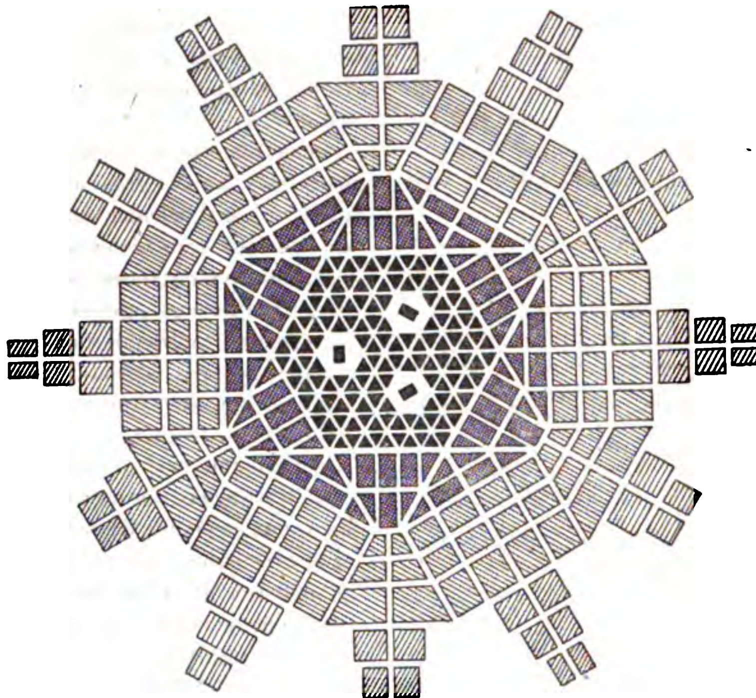


Fig. 36.

Les villes fortifiées se développent d'une façon intermittente. Après avoir longtemps étouffé dans leurs murailles, elles finissent par les briser, en se réunissant avec leurs faubourgs; et désormais d'élégants boulevards remplacent les anciennes fortifications. La ville de Paris conserve les traces de plusieurs extensions de cette nature. En général, le développement se produit également dans tous les sens, et les villes qui ont subi ces métamorphoses présentent une succession de zones concentriques séparées par des boulevards circulaires. Le noyau central présente, en général, une agglomération très serrée de maisons hautes, séparées par des rues étroites, tortueuses, et pourtant très fréquentées. C'est là que se traitent les affaires publiques et privées, c'est là qu'on trouve la mairie, l'église, la bourse et le théâtre. C'est aussi par là que l'on doit habituellement passer pour aller d'un faubourg à un autre. Le plus souvent la vieille ville est traversée par une grande artère, dont l'histoire remonte aux origines mêmes de la cité. Cette grande rue est généralement très commerçante et très fréquentée. La population des faubourgs est toujours moins dense que celle de la ville; les rues peuvent y être plus larges et les maisons plus espacées. Les habitants des faubourgs doivent fréquemment se rendre au centre de la ville, d'abord parce que c'est la région la plus

habitée, ensuite parce que c'est généralement le chemin des autres faubourgs. Aussi les principales rues des faubourgs convergent-elles toujours vers la vieille ville.

La ville de Vienne présente tous les caractères que nous venons de résumer ; l'ancienne ville, qui porte encore le nom de *Stadt*, était appuyée vers le nord contre un bras du Danube, et vers le sud-est contre la Wien. La cathédrale, située au centre de la ville, la place Saint-Étienne et le Graben sont encore actuellement les points vers lesquels se portent le plus volontiers les Viennois et les étrangers ; de là partent vers le nord et vers le midi les rues de Carinthie et de la Porte-Rouge qui forment une grande artère traversant toute la vieille ville. On a bâti un des plus beaux boulevards du monde sur l'emplacement des fortifications qui entouraient la ville à l'est, au sud et à l'ouest ; et au delà de ce *Ring*, comme au nord du petit bras du Danube, de vastes faubourgs, régulièrement construits, s'étendent dans tous les sens, en décuplant la surface de la ville.

Quelquefois certaines circonstances empêchent le développement d'être égal dans tous les sens. La ville d'Anvers, appuyée contre l'Escaut, présente, avec les faubourgs qui lui ont été récemment annexés, une forme demi-circulaire. La ville de Calais n'a qu'un seul faubourg, beaucoup plus peuplé, à vrai dire, que la ville elle-même, et les fortifications qui la séparent de ce faubourg vont être déplacées et remplacées par des boulevards, près desquels sera construite une gare centrale.

Le démantèlement n'est pas la seule cause qui puisse modifier brusquement l'aspect des villes. Par exemple, en 1720, un vaste incendie détruisit la partie centrale de la ville de Rennes, et on construisit sur l'emplacement de la ville brûlée une ville nouvelle, avec des maisons hautes, des rues larges, bien alignées et rectangulaires, et de fort belles places. Quelques vieux quartiers, que l'incendie avait épargnés, formèrent à cette nouvelle ville une ceinture assez laide, qui existe encore partiellement aujourd'hui. En même temps des faubourgs s'étendent le long de toutes les grandes routes, et quelques quartiers neufs se bâtissent dans la région le plus salubre de la zone suburbaine.

D'autres fois, la main de l'homme détruit des quartiers entiers pour les reconstruire dans des conditions plus commodes et plus hygiéniques. Ce sont, dans ce cas, les plus vilains quartiers qui subissent les premiers cette transformation, et qui deviennent à leur tour les plus élégants. A ce point de vue, l'exemple donné par la ville de Paris sous l'administration de M. Haussmann a été largement suivi par la plupart des villes de France et de l'étranger.

Enfin, pour citer un dernier exemple, la construction de nouveaux bassins dans les ports de mer modifie quelquefois radicalement leur aspect et le groupement de leurs rues.

VII.

Nous sommes évidemment bien loin d'avoir épuisé toutes les questions que nous avons effleurées ; mais nous espérons avoir montré à quel point elles sont complexes et intéressantes, et combien est défectueux le tracé des villes traversées par deux réseaux de voies rectangulaires.

Tel est d'ailleurs actuellement, ainsi que nous l'avons dit au début, l'avis des Américains eux-mêmes.

Il est actuellement question d'établir dans Paris un réseau de voies ferrées destinées au transport des voyageurs et des marchandises. Il sera essentiel de tenir largement compte, dans la détermination de ce tracé des circonstances géométriques et économiques.

On peut même rattacher aux questions que nous avons traitées la question, beaucoup plus générale et beaucoup plus importante, du tracé des voies de communication d'un pays tout entier. Cette question présente un intérêt considérable, et, d'après ce qui précède, la solution la plus satisfaisante paraît être la suivante : relier d'abord les grands centres par des voies directes ; tracer autour de chaque centre un réseau de voies divergentes et de voies circulaires, et réunir ces différents réseaux par des réseaux à mailles triangulaires, très serrées dans les pays plats et industriels, plus espacées dans les régions montagneuses et pauvres ; enfin, tenir le plus largement compte des circonstances géographiques dans le tracé des voies principales et secondaires.

Les villes se sont bâties sur les grands fleuves à cause de la facilité des communications, et les voies ferrées doivent suivre, autant que possible, les vallées, qui leur permettent l'adoption d'un tracé commode desservant de grands centres de population. Il peut arriver cependant que le tracé des voies de communication soit à peu près complètement arbitraire. C'est le cas, par exemple, des voies ferrées qui traversent de vastes plaines dans le but de les conquérir à la civilisation moderne.

L'influence de la construction graduelle, que nous avons signalée pour les rues des villes, est bien plus grande encore pour les chemins de fer. Le tracé des chemins de fer aurait pu, dans beaucoup de cas, être beaucoup plus rationnel, si on avait su prévoir, dès leur origine, l'immense développement auquel ils étaient destinés. Ainsi, par exemple, les gares importantes ont été successivement construites en cul-de-sac, et les compagnies de chemins de fer ont été obligées de construire ensuite des raccordements pour raccourcir les grands trajets. Ce résultat, obtenu d'une manière très satisfaisante sur certaines lignes, par exemple de Paris à Bordeaux, est encore à réaliser sur beaucoup d'autres, par exemple de Paris à Vienne. Les trains qui font ce trajet sont obligés d'entrer successivement dans les gares en cul-de-sac de Strasbourg, Stuttgart, Munich, etc., et d'en sortir par des rebroussements.

La conclusion à tirer de ce qui précède est l'avantage considérable que présente pour le tracé des chemins de fer un plan d'ensemble conçu à l'avance longtemps avant que toutes les lignes qui le composent puissent être exploitables avec profit.

BADOUREAU.

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

La reconstruction de l'école de pharmacie et de l'école de médecine (1).

L'installation de l'École supérieure de pharmacie répond à toutes les exigences de la science moderne.

Lorsque, en 1868, le percement de la rue des Feuillantines bouleversa les terrains de la rue de l'Arbalète, où elle était établie, il y avait près de trois siècles que Nicolas Houel avait transporté dans l'*Hôpital de Lourcine* la *Maison de charité* destinée à « nourrir et instituer un bon nombre d'enfants orphelins à piété et service divin, aux bonnes lettres et par après en l'art d'apothicaire »; plus de deux siècles que Louis XIV avait transformé la *Maison de charité*, devenue le *Jardin des apothicaires*, en *Collège de pharmacie* (2). Il était naturel qu'on pensât à maintenir l'École dans la région où elle avait grandi : aussi fut-il question de la reconstruire sur place rue de l'Arbalète, d'abord en étendant un peu son domaine vers la rue Mouffetard et la rue de Lourcine, puis en lui conservant simplement son périmètre réduit par l'ouverture de la rue nouvelle. Mais, tandis qu'on délibérait, les bâtiments tombaient en ruines; de riches collections étaient menacées; la vie même des professeurs et des élèves n'était plus en sûreté; les cours les plus importants avaient dû être interrompus. Une visite faite en 1873 par un membre du parlement, M. Paul Bert, et l'inquiétante démonstration photographique qu'il fit passer sous les yeux de la Chambre coupèrent court aux hésitations. Dès 1869, un emplacement favorable avait été désigné par les pouvoirs publics sur les terrains retranchés du jardin du Luxembourg. Les études étaient faites. Si, en 1865, sous la menace de l'opération de voirie qui avait mutilé l'établissement, le Conseil des professeurs avait exprimé le vœu pieux de rester dans un bâtiment qui « était le berceau de l'École, et qui lui avait été consacré par d'antiques donations », en présence des intérêts supérieurs de l'enseignement on s'était unanimement rallié à la nécessité de la translation : la rue de l'Arbalète était située dans un quartier éloigné, populeux, peu propre au calme de l'étude; les locaux, à peine suffisants alors que l'École ne recevait que 154 élèves, — c'est le maximum atteint en 1853, — ne pouvaient plus convenir, même agrandis, à un établissement qui comptait plus de 450 étudiants (1). Le 22 décembre 1875, une loi ouvrit un crédit pour le commencement des travaux.

Dans les données premières du projet, il n'était attribué à l'École qu'une surface de 8277 mètres. C'était, à peu de chose près, l'équivalent de ce qu'elle occupait rue de l'Arbalète (2). Un examen plus attentif des besoins de l'enseignement fit reconnaître la nécessité d'en étendre les dimensions (3). L'établissement couvre aujourd'hui près de 17 000 mètres (exactement, 16 757), dans l'espace borné par la rue de l'Observatoire, la rue Michelet, la rue d'Assas et le terrain réservé à l'École des chartes et au petit lycée Louis-le-Grand. Le jardin botanique embrasse à lui seul une étendue égale à la surface réservée d'abord à l'ensemble de l'École (8291 mètres), et près de trois fois plus grande que celle dont il disposait rue de l'Arbalète. La proportion du développement est la même pour tous les services. Celle des amphithéâtres et des laboratoires est plus que triplée. Il n'existe pas aujourd'hui en Europe d'établissement similaire mieux installé.

Si la Faculté de médecine et ses dépendances n'ont pu être constituées tout à fait avec la même unité, elles n'y ont rien perdu au point de vue de l'espace, ce premier besoin d'une grande école de travail pratique et de manipulations.

A l'époque où elle avait été créée, sous le nom d'École de santé, la Faculté de médecine comprenait, d'une part, le local de l'Académie dite de chirurgie, qui est demeuré son siège; d'autre part, les terrains séparés de l'Académie par la rue de l'École, et qui se rattachaient aux préaux de l'ancien couvent des Cordeliers. C'est dans ce champ étroit, limité par la rue et la place de l'École et par l'ancienne rue de l'Observance (rue Antoine-Dubois), au nord et à l'ouest; par l'École de dessin à l'est; au sud par une ligne partant des bains Racine pour aller rejoindre la rue de l'Ancienne-Comédie, que tenaient tous ses services pratiques : les salles de dissection, dans le réfectoire du couvent, devenu aujourd'hui le musée Dupuytren; les cliniques, au nombre de trois, dans les bâtiments du cloître; le jardin botanique, dans les espaces libres qui l'entouraient.

(1) Extrait d'un mémoire présenté au conseil académique de Paris par M. Gréard, vice-recteur de l'Académie. La *Revue politique et littéraire* a déjà publié (nº 12 et nº 13) ce qui a trait à la reconstruction de la Sorbonne.

(2) Houel avait primitivement fondé sa *Maison de charité* dans la maison des Enfants-Rouges au Marais (1556). Un édit de 1576 (9 novembre) la reconnut comme établissement « où l'on instruirait des orphelins en l'art d'apothicaire »; un jardin des simples y était annexé : c'est le premier qui fut créé en Europe. Le 2 janvier 1578, l'hôpital de Lourcine était affecté à cette œuvre. Après la mort de Houel (1587), diverses administrations se disputèrent son héritage. Deux arrêts du parlement (1624-1625) adjugèrent l'hôpital à la communauté des apothicaires : c'est à cette époque que remonte l'acquisition de deux grands jardins, rue de l'Arbalète, et que l'établissement prend le nom de *Jardin des apothicaires*. La dénomination de *Collège de pharmacie* date de 1777 (25 août). Un arrêté du Directoire exécutif transforme le collège en *École gratuite de pharmacie* (an IV, 3 floréal). La loi du 21 germinal an XI, qui crée les Écoles de Montpellier et de Strasbourg, laisse subsister celle de Paris dans les mêmes conditions. Un arrêté du 3 frimaire an XII la place sous l'autorité du ministre de l'intérieur. C'est en 1840 (27 septembre) qu'elle a été rattachée à l'Université.

(1) Au mois de décembre 1881, le nombre des étudiants inscrits était de 453, dont 258 de première classe, 195 de deuxième.

(2) La surface totale de l'ancienne École de pharmacie, rue de l'Arbalète, était de 9880 mètres carrés. Après le percement de la rue des Feuillantines, qui en a pris 1710, elle se trouvait réduite à 8170 mètres carrés.

Dans cette surface, les bâtiments affectés au service de l'enseignement (amphithéâtres et laboratoires) occupaient 1937 mètres carrés; le jardin botanique, 2796; les cours, jardins et terrains hors rue, 3186; la serre, 100; les bâtiments annexes (maison du secrétaire, maison du jardinier, magasin), 151; au total, 8170 mètres carrés.

(3) Voici les dimensions de l'École nouvelle : bâtiments principaux (amphithéâtres, bibliothèques, salles de collections, etc.), 3756 mètres carrés; laboratoires des élèves et annexes, 1222; jardin botanique, 8291; serre, 378; cour d'honneur, 1396; cours de service, 1321; habitation du directeur et annexes, 355; maison des jardiniers, 38; au total, 16 757 mètres carrés.

En 1835, à la suite de l'ouverture de la rue Racine, une partie de cet emplacement (plus de 4000 mètres) lui fut enlevée, et le jardin botanique dut être transporté dans la pépinière du Luxembourg. Le produit de l'acquisition faite par la ville des terrains de la rue Racine permit, il est vrai, de reconstruire les pavillons de dissection de l'École pratique et d'achever la façade de l'hôpital des cliniques. Mais c'était une compensation médiocre pour une perte si considérable, et à ce sacrifice faillit en être ajouté un autre. On avait pensé à prolonger la rue Hautefeuille jusqu'à la rue Racine, entre le cloître et le réfectoire des Cordeliers, ce qui eût rendu presque impossible tout agrandissement ultérieur de ce côté. Grâce à un heureux concours d'objections, l'idée n'aboutit pas.

Dès cette époque, il est vrai, on commençait à se préoccuper des nécessités que les progrès de la science imposaient à l'enseignement. Cependant ce n'est qu'en 1855, à l'occasion des études auxquelles donna lieu le projet de prolongement de la rue des Écoles et de percement du boulevard Saint-Germain, qu'un plan d'extension de la Faculté et de reconstruction de l'École pratique fut dressé par l'État d'accord avec la ville. A la Faculté était affecté l'espace qu'elle doit occuper aujourd'hui, entre la rue Hautefeuille, le boulevard Saint-Germain et la rue de l'École-de-Médecine ou rue des Écoles prolongée ; à l'École pratique, le terrain s'étendant entre la rue de l'École-de-Médecine rectifiée, la rue Voltaire prolongée, la rue Monsieur-le-Prince et la rue Racine : soit une surface d'environ 13333 mètres. Ce plan ne manquait pas de grandeur, et depuis, les lignes générales en ont été respectées. Toutefois il laissait l'École pratique enclavée dans les maisons en bordure sur la rue Monsieur-le-Prince, la rue Racine et la rue de l'École-de-Médecine. Il supposait de plus la destruction du réfectoire des Cordeliers, classé à juste titre parmi les monuments historiques. Enfin le devis s'élevait à 13 millions. On recula devant la dépense.

Les études furent activement reprises en 1860. Les limites de l'École pratique étaient à peu de chose près les mêmes. Le projet du prolongement de la rue Voltaire ayant été abandonné, elles s'arrêtaient à l'ouest à la rue Antoine-Dubois dont les maisons devaient être expropriées. En outre, on conservait le réfectoire des Cordeliers. La Faculté restait également dans le périmètre primitivement déterminé par M. de Gisors ; mais sur cet emplacement il s'agissait d'établir à côté de la Faculté, l'Académie de médecine et peut-être l'École de pharmacie. On visait à l'économie. C'est dans cet esprit que furent préparés les nombreux avant-projets qui datent de cette période. Pour l'École pratique, le devis de la dépense fut abaissé successivement de 11 225 000 à 9 400 000, puis à 6 300 000 francs, dont 2 200 000 absorbés par des opérations de voirie. Pour la Faculté, le dernier projet (12 février 1867) évaluait les frais de construction à 5 272 000 francs, indépendamment des expropriations estimées alors à 3 352 000 francs, ce qui donnait un chiffre total de 8 624 884 fr. Les travaux de l'École pratique étant les plus urgents au point de vue de la préparation des étudiants, on s'était accordé à les placer en première ligne. Les plans approuvés par la ville venaient d'être soumis à l'approbation du conseil des ministres par l'administration de l'instruction publique, lorsque la guerre de 1870 éclata.

Les événements suspendirent tous les projets. On sembla renoncer à l'idée de l'agrandissement. Dans l'opération du percement du boulevard, les terrains reconnus nécessaires pour la Faculté ne furent pas réservés ; certains lots furent même mis en vente. En 1872, il ne s'agissait plus que de donner à la Faculté une étroite façade sur le boulevard, derrière le grand amphithéâtre. Une heureuse combinaison du ministre des finances, M. Léon Say, permit de reprendre la question. Sur l'avance de 9 400 000 francs faite par le Trésor à la ville de Paris le 20 juin 1871, la ville consentit, moyennant le règlement du compte, à consacrer 6 millions (1) à l'agrandissement de la Faculté. Cette convention, consacrée par la loi du 10 août 1876 (2), avait l'avantage décisif de permettre un commencement d'exécution. Mais le projet, eu égard aux besoins, était encore trop restreint. Si l'on accordait à la Faculté proprement dite tout l'espace compris dans le plan de 1855, ce qui lui assurait une surface près de trois fois plus grande (3) (7000 mètres environ au lieu de 2500), on maintenait l'École pratique au milieu des bâtiments riverains de la rue Monsieur-le-Prince et de la rue de l'École-de-Médecine, qui l'enserraient.

Les plans n'étaient pas encore définitivement adoptés au bout de deux ans. Cependant l'application du décret du 20 juin 1878 qui rendait les travaux pratiques obligatoires pour tous les étudiants ne souffrait pas de délai. Il fallut se décider à transporter temporairement l'École pratique elle-même dans les bâtiments évacués par le collège Rollin, et là, l'expérience établissait bientôt que la surface, relativement considérable, occupée par cette installation provisoire (8600 mètres), était insuffisante, L'évidence des besoins, soutenue avec autorité par M. l'architecte Ginain et par M. Farabeuf, mise en pleine lumière au conseil municipal par des interprètes convaincus, triompha des dernières difficultés. Aujourd'hui, dans les plans arrêtés conformément à la convention nouvelle, l'École pratique, dégagée sur toutes ses faces, occupe avec la Faculté une superficie de 21 000 mètres (exactement 21 042 mètres) (4), la clinique du Luxembourg non comprise. C'est un peu moins que la Faculté de Lyon, qui a été traitée avec une magnificence incomparable (5); c'est plus que les universités d'Allemagne les mieux organisées, celle de Bonn exceptée.

GRÉARD.

(1) Sur cette somme de 6 millions, 2 007 587 francs devaient être consacrés aux expropriations ; 3 992 413 francs aux constructions. (Rapport présenté au conseil municipal par M. Viollet-le-Duc, dans la séance du 20 janvier 1877.) — Le devis approuvé s'élève, en réalité, à 4 315 914 francs.

(2) Voici les dimensions exactes. La surface des bâtiments de l'ancienne Faculté de médecine était de 2485 mètres carrés, y compris les cours, et, avec les annexes de la rue Hautefeuille de 3556 mètres carrés. L'îlot complet limité par la rue de l'École-de-Médecine, le boulevard Saint-Germain et la rue Hautefeuille mesure 6930 mètres carrés.

(3) La dépense de cette installation s'est élevée à 392 903 francs : 200 000 francs de compte à demi entre l'État et la ville; 192 903 fr. à la charge exclusive de l'État. Le premier compte est encore en liquidation.

(4) 6930 mètres carrés pour la Faculté; 14 112 mètres carrés pour l'École pratique.

(5) La surface occupée par la Faculté de médecine de Lyon est d'environ 25 000 mètres carrés, dont partie (11 550) appartenait déjà à la ville, partie (13 450) a été acquise par voie d'expropriations.

BOTANIQUE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. L. GUIGNARD

L'embryogénie des légumineuses.

Tout en bornant la plupart de ses descriptions à la famille des légumineuses, c'est une question générale d'embryogénie que M. Guignard vient d'aborder, et sur certains points importants, l'auteur a comparé les résultats obtenus avec ceux que lui ont présentés d'autres familles (crucifères, renonculacées, saxifragées, composées, crassulariées, etc.).

Sauf dans l'étude comparée des grandes divisions du règne végétal, l'embryogénie est bien loin d'avoir fourni, chez les plantes, des données comparables à celles qu'on a obtenues en étudiant le développement des animaux. Il y a beaucoup à chercher dans cette voie, et la thèse de M. Guignard montre combien, même dans un seul groupe de végétaux, l'on peut faire, sur ce sujet, une abondante récolte d'observations nouvelles et intéressantes.

Le travail de M. Guignard peut être séparé en deux parties bien distinctes : 1° l'examen de la formation du sac embryonnaire avant la fécondation ; 2° l'étude du développement de l'embryon et de l'albumen dans le sac embryonnaire.

La formation du sac embryonnaire a été, comme l'on sait (1), l'objet de nombreuses controverses dans ces derniers temps.

Tout d'abord, une cellule primitive différenciée, au milieu des tissus du nucelle de l'ovule, se divise en deux, et c'est la cellule inférieure (cellule subapicale de M. Guignard) qui donne naissance elle-même ordinairement à plusieurs cellules dont l'une deviendra le sac embryonnaire. Tous les auteurs sont maintenant d'accord sur ce point.

Mais ici se présentent deux descriptions différentes des faits, suivant qu'on lit les travaux de M. Warming ou ceux de M. Strasburger, et c'est, comme on va le voir, un point capital, au point de vue des déductions théoriques qui se rattachent à cette formation du sac embryonnaire.

Suivant M. Warming, dans cette cellule subapicale apparaissent, en nombre variable, des cloisons épaisses gonflées, qui la divisent en plusieurs compartiments superposés, comparables aux cellules mères spéciales du pollen, et pouvant former comme elles quatre cellules chacune. Les vésicules embryonnaires, la cellule ou les cellules femelles par conséquent, représenteraient des spores comme les grains de pollen qui sont comparés par tous les botanistes aux spores des cryptogames.

Mais cette ingénieuse hypothèse qui faisait établir d'une manière nouvelle l'homologie des organes reproducteurs ne concorde pas avec les résultats obtenus par M. Strasburger.

M. Strasburger a observé que l'un des compartiments formés dans la cellule subapicale devenait le sac embryonnaire. Il a vu que le noyau de ce sac embryonnaire se divise en deux nouveaux noyaux qui se rendent, l'un en haut, l'autre en bas du sac. Chacun d'eux se divisant deux fois de suite, il se forme huit noyaux dans le sac embryonnaire : quatre en haut et quatre en bas. Puis l'un des noyaux du haut vient se fondre avec l'un des noyaux du bas et le noyau central unique, résultat de cette remarquable fusion, sera le point de départ de la formation de l'albumen, tissu destiné à nourrir l'embryon. Les cellules de l'albumen se forment en effet par des bipartitions successives et non par formation libre de cellules nouvelles, comme on le croyait autrefois. Quant aux trois noyaux d'en haut, ils constituent l'appareil femelle ; ceux d'en bas ont été nommés cellules antipodes, et leur rôle est secondaire.

D'autres auteurs, MM. Fischer, Marshall, Ward, Treub et Mellink, ont vérifié dans plusieurs exemples particuliers les résultats énoncés par M. Strasburger, tandis que M. Vesque a repris la théorie indiquée par M. Warming et l'a développée et continuée.

En examinant en détail, non seulement les plantes légumineuses, mais aussi celles appartenant aux familles que nous avons citées plus haut, M. Guignard a reconnu la généralité des faits décrits par M. Strasburger ; il n'a jamais vu le sac embryonnaire résulter de la fusion de deux cellules, ainsi que l'indiquait M. Vesque. Ses préparations, ses dessins entraînent la conviction à cet égard, et l'on doit savoir gré à l'auteur d'avoir su arriver à une évidente démonstration pour des observations si difficiles et qui laissaient encore prise au doute.

Qu'il se forme ou non une sorte d'ébauche de cloison au milieu du sac embryonnaire, apparence rapidement fugace, cela importe peu. Le point capital, c'est le mode de division des noyaux et surtout la fusion de ceux qui doivent former le noyau central, origine de l'albumen. Ces faits ont été observés dans tous les cas.

M. Guignard termine les conclusions relatives à cette première partie de son travail, en proposant une hypothèse, modification légère de celles qu'a émises M. Strasburger, et qui nous semble un peu aventurée. Pourquoi considérer la cellule femelle, l'oosphère, comme un archégone de cryptogame réduit ? Qui empêche de considérer les cellules, formées aux dépens de la cellule apicale et de la cellule subapicale, comme comparables aux cellules de l'endosperme des plantes gymnospermes, tout aussi bien et même mieux que les noyaux du sac embryonnaire comparés par M. Guignard à ce même endosperme ?

L'homologie des diverses parties de l'organe femelle chez les plantes supérieures et chez les cryptogames, en passant par les gymnospermes, ne peut plus s'établir, comme on le faisait encore il y a quelques années.

La théorie un peu hâtive sur laquelle, par exemple, MM. Marion et de Saporta ont établi toute une genèse des végétaux est renversée par la découverte de M. Strasburger, tandis que, d'autre part, M. Treub a montré dans un récent mémoire que le nucelle de l'ovule ne pouvait pas être comparé au macrosporange des cryptogames.

(1) Voy. *Revue scientifique*, 1881, n° 18, p. 572.

Pourquoi vouloir à toute force rétablir sur de nouvelles hypothèses, moins bien fondées encore que les anciennes, un système que l'état actuel de nos connaissances ne permet plus d'admettre ? Il vaut mieux y renoncer franchement et attendre la découverte de nouveaux faits qui pourront servir à édifier une théorie sur des bases plus solides.

La seconde partie du travail de M. Guignard, relative au développement de l'embryon et de l'albumen, révèle une singulière variation dans l'origine des différents tissus de la plante, dans cette même famille des légumineuses. Souvent les différences les plus importantes dans le mode de segmentation de l'œuf et dans la différenciation des tissus peut s'observer dans les genres d'une même tribu, et parfois même (chez les plantes d'une autre famille) dans les diverses espèces d'un même genre (1).

Dans tous les cas, après la fécondation, l'œuf se sépare en deux cellules; mais tantôt la supérieure donne le suspenseur et l'inférieure donne l'embryon, tantôt toutes les deux concourent au développement de la jeune plante.

D'après les observations détaillées et précises de M. Guignard, il faut donc considérer la loi de Hanstein comme une généralisation trop grande; le mode de développement de l'embryon est infiniment variable; mais nous ne saurions suivre l'auteur dans la longue et patiente étude de tous les types que présente cette embryogénie. Signalons cependant un point important. M. Guignard montre d'une façon indubitable l'erreur de M. Hegelmaier au sujet d'une prétendue exception que présenteraient la fécondation et le développement chez les lupins.

Le développement de l'albumen est aussi sujet à variations. En général, il est d'abord formé de noyaux libres sur la paroi du sac embryonnaire, puis il s'organise en tissu cloisonné transitoire, et quelquefois permanent. Chez les viciées, le second état n'existe pas, et c'est le suspenseur qui semble remplacer l'albumen au point de vue physiologique.

En étudiant la famille des orchidées, M. Treub avait montré déjà que dans un grand nombre de cas, le suspenseur de l'embryon prend un énorme développement et emmagasine des matières nutritives pour former une réserve ultérieurement employée.

C'est un développement aussi curieux que M. Guignard a décrit et figuré chez un assez grand nombre de légumineuses où le suspenseur est formé de cellules renflées, à noyaux multiples. Il s'y accumule en abondance des matières azotées et hydrocarbonées. La résorption de ce suspenseur, alors que l'embryon se développe, indique nettement le rôle de réserve qu'il joue dans ce cas.

L'on voit ainsi, une fois de plus, que le même but physiologique peut être atteint dans divers êtres, même semblables, par des procédés morphologiques très différents.

En résumé, par son récent travail, M. Guignard, qui a étudié des faits d'une observation très délicate, par des préparations anatomiques difficiles à exécuter et en ayant recours à des réactifs employés sous une forme nouvelle, a obtenu des résultats d'une très grande importance. Ce mémoire révèle un grand nombre d'observations inattendues et clôt définitivement une discussion ouverte entre les savants sur un point essentiel du développement des végétaux.

(1) Le *Corydalis cava* a un embryon sans suspenseur, et le *Corydalis ochroleuca* en a, au contraire, un fort développé.

REVUE DE PHYSIQUE

M. C. W. Siemens : Sur la conservation de l'énergie solaire. — M. Pellat : Différence de potentiel à la surface des métaux. — M. Michelson : Nouveau thermomètre. — M. H. Tomlinson : Influences des effets mécaniques sur la conductibilité électrique des métaux et du charbon. — MM. Allard, Le Blanc, Joubert, Potier et Tresca : Expériences sur les piles secondaires. — M. Langley : Balance actinique. — M. Michelson : La non-immobilité de l'éther. — M. Morley : Analyses de l'air. — M. W. Thomson : Accélération thermodynamique du mouvement de rotation de la terre.

Sur la conservation de l'énergie solaire, tel est le titre d'un mémoire que C.-W. Siemens vient de lire tout récemment à la Société royale de Londres et que nous allons résumer. La quantité de chaleur rayonnante émise par le soleil a été mesurée à l'aide du périhéliomètre de Pouillet et des actinomètres de Herschel, et évaluée comme égale à la chaleur que produirait la combustion complète, pendant trente-six heures, d'une masse de charbon de la grandeur de la Terre et de poids spécifique 1,5.

De cette énorme quantité de chaleur, notre terre ne reçoit que la 2250 millionième partie. Si l'on évalue la chaleur interceptée par tous les corps planétaires à dix fois celle qu'intercepte la terre, on arrive à ce fait important que les 224999999/225000000 de l'énergie solaire sont dissipés dans l'espace et apparemment perdus pour le système solaire. Malgré cette énorme perte de chaleur, la température du soleil n'a pas diminué d'une manière sensible depuis les époques historiques, si l'on ne tient pas compte des changements périodiques qui paraissent coïncider avec l'apparition des taches solaires. On arrive ainsi à se demander comment cette grande perte de chaleur peut se maintenir sans produire une diminution sensible de la température solaire même pendant la période de la vie humaine.

Plusieurs hypothèses ont été imaginées pour expliquer la conservation de l'énergie du soleil. L'une d'elles, émise par Helmholtz suppose que la masse du soleil se contracte graduellement, et que cette contraction produit de la chaleur qui compense la déperdition qui nous occupe. Mais on peut objecter que la chaleur ainsi produite devrait se dégager dans toute la masse solaire et arriverait à sa surface par conductibilité, et en partie peut-être par convection; mais nous ne connaissons aucune matière assez conductrice pour transmettre une quantité de chaleur d'un ordre si élevé. On a voulu faire appel à des actions chimiques entre les parties constituantes de la masse du soleil; mais on se heurte contre une autre difficulté : les produits de telles combinaisons s'accumuleraient à la surface et empêcheraient les réactions ultérieures. Ces difficultés avaient conduit sir W. Thomson à poursuivre les idées de Mayer et à admettre que la

température solaire est entretenue par une chute continuelle d'astéroïdes. Ces derniers venant de l'infini, ou d'une très grande distance avec une vitesse considérable, perdent, en tombant sur la surface du soleil, toute leur force vive, et peuvent produire ainsi une énorme quantité de chaleur. Mais cet amas de matières s'accumulant à la surface du soleil tendrait à troubler l'équilibre planétaire et aurait diminué la durée de l'année d'une quantité qui n'aurait pu échapper aux observations astronomiques. Abandonnant cette théorie, sir W. Thomson en a adopté une autre, d'après laquelle la chaleur serait transportée de l'intérieur d'un soleil liquide au moyen de courants de convection, hypothèse appuyée par M. Stokes et par d'autres physiciens.

D'ailleurs, d'après toutes ces hypothèses l'existence du soleil, comme luminaire, ne serait que prolongée grâce à une réserve d'énergie limitée, quoique très grande. La vraie solution du problème serait une théorie d'après laquelle toute l'énergie radiante, qu'on suppose actuellement dissipée dans l'espace et complètement perdue pour le système solaire, pourrait être restituée au soleil sous une autre forme, pour y continuer le travail du rayonnement.

C'est là la théorie exposée par M. Siemens. D'après lui, tout l'espace stellaire serait rempli de corps gazeux extrêmement raréfiés, composés d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de carbone et de matières solides sous forme de poussière. Cela étant, chaque corps planétaire attire à lui une atmosphère dont la densité dépend de l'importance attractive de la planète, et il ne paraît pas déraisonnable de supposer que ces atmosphères doivent être formées des gaz les plus lourds et les moins diffusibles.

Le système planétaire dans son ensemble exerce une action attractive sur les matières gazeuses dissipées dans l'espace; il serait ainsi entouré d'une atmosphère interplanétaire tenant, au point de vue de sa densité, le milieu entre les atmosphères planétaires et l'espace stellaire extrêmement raréfié. Comme appui à ses idées, M. Siemens cite la théorie moléculaire des gaz, d'après laquelle il serait difficile d'assigner une limite à une atmosphère gazeuse dans l'espace. L'idée d'un espace rempli de matière a été admise par Grove, Humboldt, Zœllner, Williams et par Newton lui-même. En outre, on sait que les bolides qui tombent sur la terre, après avoir traversé l'espace stellaire ou l'espace interplanétaire, contiennent six fois leur volume de gaz à la pression atmosphérique. Le docteur Flight a tout récemment communiqué à la Société royale l'analyse suivante des gaz renfermés par un de ces bolides pris immédiatement après sa chute.

CO^2	0,13
CO	31,88
H	45,79
CH^4	4,55
Az	17,66
	100,00

L'absence des vapeurs d'eau paraît étrange, mais elles ont pu échapper à l'observation ou bien être chassées dans une plus grande mesure que les autres gaz par la chaleur externe pendant le passage du bolide à travers notre atmosphère. Il faut admettre que les gaz enfermés dans les bolides n'ont pas pu y pénétrer pendant la courte traversée de l'atmosphère. Du reste, il est remarquable que l'hydrogène occupe la première place parmi ces gaz, bien qu'il n'existe pas dans notre atmosphère en quantité appréciable. Une autre preuve que l'espace stellaire est rempli de matières gazeuses est fournie par l'analyse spectrale. Les dernières recherches de M. Huggins ont établi que le noyau des comètes contient beaucoup de ces mêmes gaz que renferment les bolides : du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et probablement de l'oxygène; d'après Dewr et Liveing, il contiendrait aussi des composés azotés tels que le cyanogène.

On pourrait objecter que la présence de ces matières dans l'espace devrait produire un retard sensible dans le mouvement des planètes; mais, en admettant que la matière qui remplit l'espace soit un fluide parfait et illimité, on peut montrer, en s'appuyant sur les principes de la mécanique, que le retard par le frottement dans un milieu si raréfié serait tout à fait insensible.

Reste encore à expliquer une contradiction apparente entre l'analyse spectrale et les idées qu'on vient d'exposer. Car, si celles-ci étaient justes, le soleil devrait attirer vers lui les gaz les plus lourds et les moins diffusibles, tels que l'anhydride carbonique, l'oxyde de carbone, l'oxygène et l'azote, tandis que l'analyse spectrale révèle une prépondérance de l'hydrogène.

A cela on pourrait répondre qu'à la température du soleil aucun de ces gaz composés ne peut exister, leur point de dissociation lui étant de beaucoup inférieur. D'après M. Lockyer, pas un des métalloïdes n'existerait à cette température-là, bien que Draper ait reconnu de l'oxygène dans la photosphère solaire.

On sait que le soleil accomplit une révolution autour de son axe en vingt-cinq jours; sa vitesse tangentielle est 4,41 fois celle de la terre. Cette énorme vitesse de rotation produirait une extension de l'atmosphère du soleil suivant son équateur, à laquelle Mairan, en 1731, attribuait la lumière zodiacale. Laplace a rejeté cette idée de Mairan en se basant sur ce que la lumière zodiacale s'étend bien au delà de l'orbite terrestre, tandis que l'accroissement équatorial de l'atmosphère solaire due à la rotation ne pourrait pas dépasser les 9/20 de la distance de Mercure. Mais Laplace avait fait ses calculs dans l'hypothèse d'un espace stellaire complètement vide (rempli seulement d'un éther imaginaire). On obtiendrait un tout autre résultat en supposant que le soleil tourne dans un milieu illimité. Dans ce cas, le soleil agirait sur la matière ambiante comme un ventilateur, en l'attirant vers sa surface et en la projetant ensuite sous forme d'un disque de vapeurs.

L'hydrogène, les hydrocarbures et l'oxygène seraient ainsi attirés en énormes quantités vers la surface polaire du soleil; à mesure qu'ils s'en approcheraient, ils passeraient de l'état d'extrême ténuité et de température extrêmement basse à celui de compression, accompagnée d'un accroissement de température. Arrivés sur la photosphère, ils brûleraient en

développant beaucoup de chaleur et produisant une température en rapport avec leur point de dissociation, à la densité solaire. Cette combustion donne naissance à de la vapeur d'eau, de l'anhydride carbonique ou de l'oxyde de carbone, suivant la quantité d'oxygène en présence, et ces produits, obéissant à la force centrifuge, seraient entraînés vers l'équateur solaire, et de là projetés dans l'espace.

Que deviennent ces produits de combustion dissipés dans l'espace? se demande M. Siemens. A cette question, il répond par une hypothèse qui est le point le plus original et le plus intéressant de sa théorie : ces composés neutres pourraient, dans les conditions où ils se trouvent, se dissocier, se séparer en leurs éléments primitifs aux dépens de cette énergie solaire qu'actuellement on suppose perdue pour notre système planétaire.

D'après la loi de la dissociation découverte par Sainte-Claire Deville, le point de dissociation des différents composés dépend de la température et de la pression. D'après le même auteur, la tension de dissociation de la vapeur d'eau, à la température de 2800 degrés, et à la pression atmosphérique, est 0,5, c'est-à-dire que la moitié seulement de la vapeur peut exister comme telle, l'autre moitié formant un mélange mécanique d'hydrogène et d'oxygène. Mais la température de dissociation croît et décroît avec la pression, de sorte que, dans l'espace, la dissociation peut avoir lieu à une température bien plus basse.

Toutes ces données ne se rapportent qu'à des températures mesurables par des pyromètres; la chaleur rayonnante des sources de haute intensité possède un pouvoir de dissociation de beaucoup supérieur à celui de leurs températures mesurables. A cet effet, M. Siemens a fait des expériences sur le point de dissociation de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique. Voici en quoi elles consistent : un tube, muni d'électrodes de platine et rempli de vapeur d'eau ou d'anhydride carbonique, est plongé par l'un de ses bouts dans un mélange réfrigérant qui réduit sa température à — 32°C, ce qui correspond, d'après Regnault, pour la vapeur d'eau, à une pression de 1/1800 d'atmosphère. Si l'on met les deux électrodes en communication avec une petite bobine d'induction, aucune décharge ne se produit à l'intérieur du tube. Cela étant, on expose pendant plusieurs heures l'autre bout du tube, couvert de papier blanc sur le côté opposé au soleil, à l'action des rayons solaires; puis on le met de nouveau en communication avec l'appareil d'induction. Immédiatement on aperçoit une décharge analogue à celles qui se produisent dans de l'hydrogène raréfié. Il paraît évident que dans cette expérience la vapeur d'eau a été dissociée par les rayons solaires.

Avec l'anhydride carbonique, l'expérience est moins nette.

Non content de ces expériences qualitatives, l'auteur se propose d'entreprendre des essais quantitatifs avec un appareil disposé de manière à pouvoir recueillir les gaz ainsi produits; mais, en attendant, ces expériences, qui révèlent certainement un fait nouveau, servent de point d'appui à sa théorie.

En supposant que la vapeur a réellement été dissociée dans l'expérience précédente et en admettant que l'espace stellaire soit rempli de diverses vapeurs dont la densité ne dépasse pas 1/2000 de notre atmosphère, il paraît assez rationnel de supposer que ces vapeurs se dissocient sous l'action des rayons solaires et ceux-ci se trouveraient ainsi utilisés.

Il se produirait donc dans l'espace un cycle d'opérations qui mettrait des années à s'accomplir complètement : le soleil agissant dans sa rotation comme un ventilateur attire vers ses surfaces polaires les gaz dissociés par ses rayons; ces gaz s'échauffent par l'accroissement de leur densité, brûlent quand la température devient suffisamment élevée, et les produits de la combustion, entraînés vers l'équateur, sont de nouveau projetés dans l'espace.

La présence des gaz dans l'espace pourrait expliquer le spectre d'absorption du soleil. Quant aux vapeurs métalliques révélées par le spectroscope, elles formeraient une autre atmosphère intérieure, plus dense, qui ne prendrait pas part au rôle de ventilateur réservé à l'atmosphère extérieure, où l'hydrogène est le facteur principal; ce jeu de ventilateur n'étant possible qu'à la condition que la densité du courant afférent soit, à distance égale du centre de gravité, la même ou presque la même que celle du courant efférent. Cet équilibre n'existe pas pour les vapeurs métalliques plus denses : aussi ne quitteraient-elles pas le soleil, obéissant aux lois de la gravitation. A la surface de contact des deux atmosphères, il se produirait, par suite du frottement, des mélanges qui pourraient donner naissance à ces tourbillons, à ces sortes d'explosions que révèle le télescope.

Une certaine quantité de ces vapeurs plus denses serait probablement entraînée mécaniquement par les gaz légers et pourrait être la cause de cette poussière cosmique qui tombe sur notre terre en quantité appréciable.

Le système solaire, dans son ensemble, se meut dans l'espace et se déplace de 150 millions de milles (270 millions de kilomètres) par an; il se pourrait que les conditions du combustible gazeux, qui se succède constamment sur le soleil pendant son déplacement, variassent dans l'état de décomposition. Ne serait-il pas possible d'expliquer les variations de la chaleur solaire et la formation des taches par les différences dans la qualité du combustible qui modifieraient les conditions thermiques de la photosphère?

En ce qui concerne la lumière zodiacale, M. Siemens pense qu'on pourrait revenir aux idées de Mairan : elle serait produite par le flux continu venant de l'équateur solaire. La luminosité pourrait être attribuée à la lumière solaire réfléchie par des particules de poussière, ou bien à une décharge lente d'électricité produite par le frottement des gaz dans leur mouvement accéléré — décharge dirigée de la poussière vers le soleil. Cette électrisation par le frottement des gaz serait peut-être la cause d'une grande différence de potentiel entre le soleil et la terre, celle-ci étant lavée par le courant radial solaire, et l'existence de ce courant pourrait encore expliquer ce fait que l'hydrogène, abondant dans l'espace, manque dans notre atmosphère; il y est remplacé par la vapeur d'eau qui pourrait provenir, en partie, du soleil.

En partant des idées exposées plus haut, on pourrait expliquer les phénomènes qui accompagnent les comètes. D'après les astronomes, le noyau des comètes est formé d'une agrégation de pierres semblables aux bolides, qui absorberaient dans l'espace stellaire six fois leur volume de gaz, pris à la pression atmosphérique. Cette masse divisée, s'avançant dans une atmosphère relativement dense avec une vitesse qui est vingt-trois fois celle de la terre dans son orbite, s'échauffe beaucoup par suite du frottement et de la condensation produite par l'action attractive du noyau. A un certain moment, quand la température est suffisamment élevée, les matières s'enflamment, et la chaleur ainsi produite chasse les gaz enfermés dans les pierres du noyau. Ces gaz, entrant dans une atmosphère 3000 fois moins dense que la nôtre, prennent un volume qui est 6.3000 = 18000 fois celui des pierres et se répandent dans tous les sens ; mais ils ne sont observés que dans le sens du mouvement de la comète, où ils rencontrent l'atmosphère interplanétaire avec leur vitesse et forment une zone de combustion intense. M. Huggins a dernièrement observé qu'une telle zone entourait un côté du noyau. Ce dernier aurait ainsi une lumière propre, tandis que la queue serait formée par la poussière stellaire rendue lumineuse par la lumière réfléchie du soleil et de la comète.

En résumé, les conditions fondamentales de la nouvelle théorie de M. Siemens sont :

1° Que l'espace interplanétaire contient des vapeurs d'eau et des composés du carbone ;

2° Que ces composés gazeux peuvent être dissociés par l'énergie radiante du soleil, quand ils se trouvent à l'état de ténuité extrême;

3° Que ces vapeurs dissociées sont susceptibles d'être embrassées dans la photosphère en substituant une quantité de vapeurs réassociées, cet échange étant effectué par l'action céntrifuge du soleil.

Si ces conditions étaient satisfaites, la crainte de l'énorme dissipation d'énergie pourrait être atténuée par l'idée que sa plus grande partie est constamment régénérée.

M. Pellat a tout récemment entretenu la Société de physique d'un phénomène nouveau : il a observé que la surface d'un métal subit une altération dans sa nature par le voisinage d'un autre métal à la température ordinaire. Cette altération a été mise en évidence par la mesure de la différence de potentiel entre les surfaces des deux métaux. Si l'on met l'un d'eux en regard d'un troisième métal influençant, laissant l'autre en dehors de cette influence, on trouve immédiatement, après avoir écarté le métal influençant, que la différence de potentiel entre les deux surfaces primitives a changé, et cela avec une régularité parfaite. Cette modification met quelques minutes pour devenir sensible, croît avec la durée de l'influence pour atteindre une limite. Quand l'influence cesse, la modification diminue rapidement d'abord, puis lentement. La grandeur de la variation dépend de la nature du métal influençant. Les effets les plus sensibles ont été obtenus avec le plomb et le fer ; le cuivre, l'or, le platine, donnent des effets un peu moindres ; le zinc ne produit aucune modification. L'altération dont il s'agit est essentiellement matérielle, car elle ne dépend pas du tout de la différence du potentiel, qu'on peut établir artificiellement, entre les deux métaux en regard, pendant que l'influence s'exerce, et ne dépend que de la nature du métal influençant. M. Pellat attribue cette modification à un corps volatil, à des vapeurs émanées du métal influençant, qui se déposeraient sur le métal influencé et changeraient ainsi la nature de sa surface.

M. Michelson a présenté dernièrement à la Société de physique un nouveau thermomètre de son invention : une lame mince de caoutchouc durci est collée contre une petite lame de platine, le tout est prolongé par une tige très fine de verre coudée, qui appuie par son bout libre contre un petit miroir suspendu par un fil de coton. Le caoutchouc durci se dilate par la chaleur environ dix fois plus qu'un métal, on comprend que le système des deux lames soit très sensible aux variations de température. A chaque variation, le thermomètre se déforme, se courbe et agit par un bras de levier sur le miroir qui entraîne, sur une règle divisée, l'image réfléchie d'un foyer lumineux. Le thermomètre est très sensible, plus sensible qu'une pile de Melloni : il peut accuser 0°,00001 et présente cet avantage de ne pas nécessiter l'emploi d'un galvanomètre. L'appareil qui a été montré à la Société de physique accusait 1/20000 de degré. La déviation du thermomètre est proportionnelle au carré de la longueur des deux lames ; on peut ainsi augmenter la sensibilité de l'appareil en augmentant la longueur des lames, ou bien en augmentant la longueur du bras de levier qui pousse le miroir.

M. H. Tomlinson a étudié l'influence des effets mécaniques (strain and stress) sur la conductibilité électrique des métaux et du charbon. La résistance électrique de tous les métaux soumis à l'essai, excepté le nickel, augmente sous une traction longitudinale temporaire ; quant au nickel, sa résistance *diminue*, tant que la traction ne va pas au delà d'une certaine limite ; passée celle-ci, la résistance commence à croître. Dans les mêmes conditions, la résistance *spécifique* de tous les métaux, excepté l'aluminium et le nickel, augmente; mais elle diminue pour ces deux derniers, quand la traction ne dépasse pas une certaine limite. L'altération de la résistance spécifique de certains alliages, tels que le laiton, l'alliage du platine-argent, l'argent allemand, est beaucoup moindre que celle de plusieurs de leurs métaux constituants. Il n'y a aucun rapport entre l'altération de la résistance provenant d'une variation de température et celle produite par des efforts mécaniques; l'effet d'un changement de température sur le nickel et le charbon est tout à fait contraire à celui d'une extension longitudinale. La compression du charbon diminue sa résistance.

Une compression également appliquée sur tous les côtés au moyen d'une presse hydraulique diminue la résistance du fer et du cuivre. Les expériences ont montré que l'abaissement du point de congélation de l'eau pouvait être mesuré d'une manière exacte et facile par l'observation de la varia-

tion de la résistance électrique d'un fil métallique. Une extension longitudinale permanente augmente d'une manière permanente la résistance de la plupart des métaux, excepté le nickel, dont la résistance diminue lorsque l'extension ne dépasse pas une certaine limite. De tous les métaux ayant subi une déformation, l'alliage platine-argent est celui dont la résistance varie le moins avec le temps, ce qui le rend préférable à tous les autres métaux pour la fabrication des étalons de résistance. L'auteur a ensuite étudié l'influence d'une déformation (strain) permanente sur la variation de la résistance qui résulte d'une variation de température. Tous les métaux peuvent être divisés en deux classes ; avec des fils de fer, de zinc, et platine-argent, l'augmentation de la résistance produite par une augmentation de température devient plus grande quand la déformation ne dépasse pas une certaine limite, au delà de laquelle une déformation ultérieure fait diminuer l'effet primitif, tandis qu'avec des fils de cuivre, d'argent, de platine et de maillechort (argent allemand), l'augmentation de la résistance par suite d'un accroissement de température est moins grande ; mais ici encore, passé un certain point de déformation, l'effet primitif commence à diminuer. L'auteur a mesuré la variation de la résistance produite par une traction longitudinale temporaire dans des fils portés à 100 degrés. Il en arrive à cette conclusion, qu'un échauffement à 100° centigrades fait augmenter l'élasticité de l'acier et du fer d'une manière *permanente* et non temporaire, comme l'affirme Wertheim. L'auteur a encore étudié la variation de la conductibilité par l'aimantation. Les métaux employés étaient le fer, l'acier, le nickel, le cobalt, le bismuth, le zinc et le cuivre ; il a été prouvé que la résistance de tous ces métaux, excepté le cuivre, augmente avec une aimantation longitudinale, que le métal soit recuit ou non recuit. De tous les métaux, le nickel recuit est celui dont la résistance est le plus affectée par une certaine force magnétisante. L'aimantation par suite du passage du courant paraît produire un effet très faible ou même inappréciable sur la résistance d'un métal.

MM. Allard, Le Blanc, Joubert, Potier et Tresca ont publié les résultats assez détaillés des expériences intéressantes faites au Conservatoire des arts et métiers avec une pile Faure de 35 éléments nouveau modèle, à lames contournées, pesant chacun $43^{k},700$, liquide compris. La machine de charge était un type Siemens. Il s'agissait de mesurer le travail mécanique dépensé pour la charge de la pile, la quantité d'électricité emmagasinée pendant la charge, celle qui a été rendue pendant la décharge, et le travail électrique réellement effectué pendant la décharge. Celle-ci se faisait à travers une série de lampes Maxim à incandescence, dont on étudiait la variation de la résistance et du pouvoir lumineux. Les expériences étaient disposées de manière à pouvoir faire connaître à chaque instant la force électromotrice et la résistance de la pile. Nous n'indiquerons ici que les principales conclusions des auteurs : entre la quantité d'électricité introduite dans la pile, 694 500 coulombs, et celle qui en est sortie, 619 600, il n'y a qu'une différence de 74 900 coulombs ce qui correspond à une perte de 10 pour 100 environ. Le travail électrique extérieur pendant la durée tout entière de la décharge s'élève à 3 809 000 kilogrammètres, le travail mécanique dépensé avait atteint 9 570 000 kilogrammètres, sur lequel 6 382 000 kilogrammètres seulement avaient pu être emmagasinés par la pile. D'où il résulte que le travail rendu pendant la décharge représente 3 809 000 : 9 570 000 = 0,40 du travail total, et 3 810 000 : 6 382 000 = 0,60 du travail emmagasiné. En résumé, la charge de la pile a exigé un travail mécanique total de 1,558 cheval pendant 22 heures 45 minutes, ou un cheval pendant 35 heures 26 minutes. La pile n'a recueilli que 0,66 de ce travail, le reste a été employé en résistance passive et en travail d'excitation. Il y a lieu de supposer que le même rendement de 60 pour 100 du travail emmagasiné aurait été obtenu dans toute autre application analogue au fonctionnement des lampes Maxim. L'emploi de l'accumulateur a donc coûté 0,40 du travail fourni par la machine dynamo-électrique, qui avait produit le courant de charge, c'est-à-dire 0,40 du travail électrique qui aurait été disponible sans cet intermédiaire. Toutefois, il est juste d'ajouter que dans beaucoup de circonstances cette perte pourrait se racheter par l'avantage d'avoir sous la main une source aussi abondante d'électricité. La pile constitue d'ailleurs un puissant régulateur, qui, dans certains cas, supplée à l'arrêt même d'une machine motrice.

M. Langley, directeur de l'observatoire d'Alleghany, a imaginé un nouvel appareil destiné aux mesures de chaleur rayonnante, auquel il a donné le nom de *balance actinique*. L'appareil, infiniment plus sensible que les meilleures piles thermo-électriques, se compose d'un pont de Wheatstone sur les deux bras duquel sont deux fils de fer extrêmement fins, dont l'un est maintenu à température constante, tandis que l'autre est soumis à la radiation que l'on veut évaluer. L'élévation de température de ce dernier fil produit un changement de résistance et, par suite, rompt l'équilibre du pont ; vu la petitesse des effets, la déviation du galvanomètre est proportionnelle à la quantité de chaleur rayonnée sur le fil. Pour rendre l'appareil très sensible, le fil de fer employé doit être extrêmement résistant et d'une très faible masse. M. Langley se sert d'une bande de fer de moins de $0^{mm},5$ de largeur et de $0^{mm},004$ d'épaisseur ; la bande est repliée sur elle-même et occupe un petit rectangle. Deux rectangles analogues sont disposés sur les bras du pont de Wheatstone et l'un d'eux est soumis à l'action de la chaleur rayonnante. Avec cette disposition, on peut mettre en évidence une différence de température d'un dix millième de degré centigrade entre les deux bandes. L'instrument a permis de mettre en évidence la chaleur rayonnée du spectre. L'auteur a étudié la répartition de la chaleur dans le spectre solaire normal obtenu au moyen d'un réseau gravé sur métal, et il a constaté que le maximum de chaleur se trouve, non dans la partie ultrarouge, mais dans le jaune orangé, près de la raie D. Il y aurait ainsi identité entre la courbe des intensités calorifiques et celle des intensités lumineuses. Remarquons que M. Mouton a démontré ce fait il y a trois ans.

M. MICHELSON a voulu contrôler l'hypothèse, qu'on admet dans la théorie de l'aberration de la lumière, que la terre se meut seule à travers l'éther, celui-ci restant en repos. Dans ce but, il a essayé de faire interférer deux rayons ayant traversé une même longueur dans l'air, l'un dans la direction du mouvement de la terre, l'autre dans la direction perpendiculaire. Avec une longueur de $1^{m},2$, et en se servant de la lumière jaune, on trouve, dans l'hypothèse de l'éther en repos, que le rayon qui se propage dans la direction du mouvement de la terre doit parcourir 4/100 de longueur d'onde de plus que l'autre. En faisant tourner de 90° le plan des deux rayons, on fait porter la différence sur l'autre rayon, ce qui devrait déplacer les franges d'interférence de 0,08 de frange, quantité appréciable. L'expérience a donné un résultat tout à fait négatif; on doit donc en conclure que l'hypothèse d'un éther stationnaire n'est pas exacte, et qu'il faut abandonner l'explication ordinaire du phénomène de l'aberration.

M. MORLEY, de Hudson (Ohio), a fait chaque jour, pendant seize mois consécutifs, une ou plusieurs analyses de l'air. Il a trouvé que la proportion d'oxygène variait de 0,20866 à 0,21006. M. Morley croit pouvoir déduire de la comparaison de la richesse de l'air en oxygène avec les cartes quotidiennes du temps, que la proportion d'oxygène diminue quand la station se trouve dans un rayon de hautes pressions, où l'air descend des régions élevées de l'atmosphère. Ces résultats se trouveraient d'accord avec la théorie de Dalton qui suppose que la proportion dans l'air du gaz le plus lourd, l'oxygène, va en diminuant avec l'altitude.

Vers la fin du dernier congrès des électriciens, sir WILLIAM THOMSON avait fait à la Société de physique une communication très intéressante, reproduite récemment par le *Journal de physique,* sur l'accélération thermodynamique du mouvement de rotation de la terre.

Delaunay a démontré que, par suite de l'imparfaite fluidité des eaux de l'Océan, les marées ont pour effet de diminuer la vitesse de la rotation de la terre.

L'étude des observations barométriques recueillies sur différents points du globe a mis en évidence ce fait que l'atmosphère terrestre est assujettie à des oscillations, principalement semi-diurnes, analogues à celles des eaux de l'Océan. « La cause de cette oscillation semi-diurne de la pression barométrique, dit l'éminent physicien, ne peut pas être cherchée dans l'action du soleil et considérée comme un effet de la marée solaire, car, s'il en était ainsi, l'effet de la lune serait beaucoup plus considérable. Or l'observation du baromètre montre que la marée lunaire atmosphérique est nulle, ou peu s'en faut. La variation solaire diurne du baromètre est donc nécessairement un effet de la température. »

En appliquant l'analyse mathématique aux observations barométriques, on trouve que le maximum de la variation semi-diurne tombe un peu avant dix heures du matin et un peu avant dix heures du soir. Sir W. Thomson fait voir que, par suite de ce fait, l'action attractive du soleil sur la terre ne se réduit pas à une résultante unique passant par le centre de la terre, mais donne encore lieu à un couple qui tend à accélérer le mouvement de rotation de la terre. Il calcule la valeur de ce couple et son effet sur l'accélération anglaire de la terre et arrive à ce résultat que le rapport du gain total de vitesse pendant un siècle à la vitesse elle-même est $1,74.10^{-9}$.

Pour interpréter ce résultat, l'auteur considère deux chronomètres A et B marchant pendant un siècle dans les conditions suivantes. A garde le temps d'une manière absolue : il est réglé au commencement du siècle de manière à marquer le temps sidéral, puis abandonné à lui-même; tandis que B est réglé jour par jour et d'année en année, pendant tout le siècle, sur le temps sidéral.

A la fin du siècle, la vitesse de B dépasse celle de A de $1,7.10^{-9}$, seconde par seconde; comme cet accroissement a été acquis uniformément, on peut dire que, pendant le cours du siècle, la vitesse moyenne de B a dépassé celle de A de $0,8.10^{-9}$, seconde par seconde. Par suite B, a pris, pendant le siècle, une avance totale de 2,7 secondes. Tel serait l'effet de l'action thermodynamique du soleil. D'un autre côté, par suite du ralentissement du mouvement de la terre dû à la marée, B subirait pendant le même temps un retard de 25 secondes.

Le résultat final est donc un retard de 22 secondes environ, résultat trouvé par Adams.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 3 AVRIL 1882.

PHYSIQUE. — M. *E. Edlund* pense que si un courant électrique est incapable de traverser le vide de Torricelli, cela ne tient pas à ce que le vide même est isolateur, mais à ce fait qu'il existe, au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, un obstacle à la propagation de l'électricité, et que cet obstacle augmente à mesure que l'air se raréfie.

Cet obstacle semble être dû à une force électromotrice, produisant un courant en sens inverse du courant principal.

— M. *A. Crova* fait l'étude des appareils solaires.

On désigne sous le nom d'*appareils solaires* des dispositifs destinés à recueillir l'énergie radiante du soleil et à la convertir en chaleur thermométrique, utilisable soit directement, soit en la transformant avec relation d'équivalence en l'une quelconque des formes de l'énergie, telles que le travail mécanique, électrique ou chimique.

Dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire en admettant que la radiation incidente soit de 1200 calories par heure et par mètre carré, résultat qui n'a jamais été atteint, et que le rendement soit 0,8, on obtiendrait au plus 960 calories; ce nombre représenterait à peu près la chaleur produite par 240 grammes de charbon, en admettant que la moitié environ de la chaleur qu'il produit en brûlant soit utilisée

à vaporiser l'eau. En réalité, dans nos climats, on n'arrive pas à la moitié de ce nombre.

Dans nos climats tempérés, le soleil ne brille pas d'une manière assez continue pour que l'on puisse utiliser pratiquement ces appareils. Dans des climats très secs et chauds, la possibilité de leur utilisation dépend d'un certain nombre de circonstances, telles que la difficulté plus ou moins grande de s'y procurer du combustible, le prix et la facilité de transport des appareils solaires.

— M. *Pilleux* attribue à l'aimantation et non à des courants d'induction l'échauffement si considérable des électro-aimants dans certains cas : la force coercitive jouerait alors le même rôle que la résistance au passage de l'électricité, quand on échauffe un fil métallique par le courant d'une pile.

— M. *J. Chappuis* décrit le spectre d'absorption de l'acide pernitrique.

La description du spectre d'absorption de l'acide pernitrique et l'étude comparative de ce spectre et de celui de l'ozone fournissent des éléments indispensables à connaître pour la recherche spectroscopique des composés gazeux et des réactions qui peuvent se produire dans les mélanges de gaz dont l'ozone et les composés oxygénés de l'azote font partie.

L'observation spectroscopique permet, en particulier, de s'assurer de la pureté de l'ozone, de vérifier que ce gaz a été préparé avec de l'oxygène exempt d'azote, et d'éviter ainsi d'attribuer faussement à l'ozone des propriétés qui pourraient être dues à des composés oxygénés de l'azote.

— M. *D. Tommasi* a montré que l'eau chimiquement pure peut s'électrolyser, même par le courant d'une pile très faible, pourvu que les calories dégagées par cette pile soient au moins égales aux calories absorbées par l'eau pour se décomposer en ses éléments, environ 69 calories.

Chimie. — M. *Berthelot* présente une note sur les sels haloïdes de l'argent et du potassium, et il trouve que tout se réduit avec les sels d'argent, comme avec les sels de mercure, à une action fondamentale, qui résulte des principes thermochimiques, et à une perturbation qui se déduit des mêmes lois que l'action fondamentale ; l'une et l'autre répondent au maximum thermique, celui-ci étant appliqué à des composés différents, les uns stables, ce sont les sels simples ; les autres dissociés, ce sont les sels acides et les sels doubles.

— M. *Berthelot* a poussé jusqu'aux 70 centièmes l'union de l'hydrogène libre avec l'éthylène.

— MM. *Berthelot* et *Ogier* étudient la chaleur spécifique du gaz hypoazotique.

La chaleur de la vaporisation réelle, c'est-à-dire consommée dans les travaux qui amènent le gaz hypoazotique à sa densité théorique, pourrait être définie la : somme de la chaleur de liquéfaction et d'une quantité répartie sur tout cet intervalle; précisément comme la chaleur de solidification véritable, pour les liquides cireux et résineux, comprend la somme de la chaleur de fusion apparente et de l'excès des chaleurs spécifiques estimées au voisinage du point de fusion.

— M. *A. Guyard* opère le dosage de l'azote nitrique et nitreux à l'état d'ammoniaque.

Le mode de dosage proposé repose sur le fait que, en présence du gaz des marais et de la chaux sodée, au rouge, les oxydes nitriques, libres ou combinés aux alcalis, ou les oxydes nitriques des matières organiques, sont totalement transformés en ammoniaque.

— M. *Lan* a observé les effets de la compression sur la dureté de l'acier.

Dans l'acier comprimé, c'est-à-dire durci ou trempé, il y a augmentation du carbone combiné et diminution du carbone libre, la teneur totale de carbone restant la même.

Or on sait que l'on obtient des résultats tout semblables à la fois comme durcissement ou trempe et comme teneurs relatives de carbone combiné et de carbone libre, lorsque, prenant certaines fontes ou des aciers très carburés, on les coule en moules métalliques (coquilles) qui les refroidissent rapidement. La compression produit donc les mêmes effets physiques et chimiques que le refroidissement brusque sur les fontes et les aciers.

— M. *S. Wroblewski* détermine la composition de l'acide carbonique hydraté.

Il résulte de ses expériences que, à la température de zéro et sous la pression d'environ 16 atmosphères, l'acide carbonique hydraté se compose de 1 équivalent d'acide carbonique et de 8 équivalents d'eau.

— M. *Isambert* donne le résultat de ses expériences sur le bisulfhydrate et le cyanhydrate d'ammoniaque.

Il trouve que les tensions de l'acide cyanhydrique et du cyanhydrate d'ammoniaque vont en croissant régulièrement avec la température ; que les tensions du cyanhydrate en présence d'un excès d'acide cyanhydrique sont les mêmes que celles de l'acide cyanhydrique, ce qui semble confirmer la loi énoncée par MM. Engel et Moitessier.

Comme pour le bi-sulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès de gaz ammoniac, les tensions de l'acide cyanhydrique suivent très sensiblement la loi énoncée pour le sulfhydrate $\frac{P^2}{4}=(f+x)x$.

— M. *Baubigny* détermine l'action de l'hydrogène sulfuré sur les solutions salines du nickel et des métaux du même groupe.

Les résultats varient suivant l'état de dilution de la liqueur, la nature du sel, suivant les rapports de poids de l'acide et de la base, et ceux de l'acide libre et de l'eau.

— M. *G. André* donne les formules des chlorures de zinc ammoniacaux.

— M. *de Forcrand* a fait des expériences sur l'hydrate d'hydrogène sulfuré ; il est plus stable que beaucoup de composés semblables, obtenus dans les mêmes conditions avec d'autres gaz. Aussi peut-on en préparer de grandes quantités et l'enfermer dans des tubes scellés à la lampe.

— M. *E.-J. Maumené* a fait la synthèse de la quinine.

— M. *P. Chastaing* a observé l'action de l'acide nitrique fumant et l'action de l'acide chlorhydrique sur la pilocarpine.

La jaborine et la pilocarpine ayant toutes deux le même poids moléculaire et la même formule $C^{22}H^{16}Az^2O^4$, la jaborandine aurait aussi le même poids moléculaire et la formule $C^{20}H^{12}Az^2O^6$. La jaborandine se produit facilement par l'action d'une grande quantité d'azide azotique fumant sur la pilocarpine, et en petite quantité par l'action de l'acide chlorhydrique en présence de l'oxygène de l'air. »

Pathologie — M. *A. Béchamp* présente quelques observations sur les microzymas gastriques et la pepsine, et des

remarques sur la note de M. A. Gautier du 6 mars dernier.

Si les particules de M. Gautier sont réellement des microzymas, ils devront sécréter leur zymas sans se dissoudre, de même que la levure ne se dissout pas en sécrétant la sienne; d'après l'auteur, les microzymas des glandes gastriques traités par l'acide chlorhydrique étendu, sans se dissoudre, ont sécrété leur zymas et fourni une solution qui a dissous et digéré des matières albuminoïdes, comme le suc gastrique physiologique. S'il en était autrement, M. Gautier aurait fait une découverte intéressante, mais qui n'aurait rien de commun avec la théorie du microzyma.

M. J. Béchamp a recherché l'existence de produits analogues aux ptomaïnes dans les digestions gastriques et pancréatiques de plusieurs matières albuminoïdes.

Il résulte que certaines matières albuminoïdes jouissent de certaines propriétés des ptomaïnes; que, dans les digestions pancréatiques et gastriques normales, il se forme des substances qui possèdent les caractères des ptomaïnes et qui se rapprochent beaucoup, par leurs réactions chimiques, de certains alcaloïdes très vénéneux.

— M. *Duclaux* a analysé la digestion des matières grasses et cellulosiques.

En étudiant de près les grains entiers qu'on rencontre dans le jabot des oiseaux, ou dans la panse des ruminants, on en trouve toujours dont le contenu est tellement liquéfié qu'il en jaillit, sous une douce pression, comme une goutte laiteuse. Dans celle-ci on trouve, au microscope, des masses amylacées intactes, ayant conservé la forme des cellules qu'elles remplissaient, mais débarrassées de toute enveloppe, et nageant dans un liquide qui présente par milliers des petits bâtonnets tout à fait analogues aux amylobacters, connus, depuis M. Van Tieghem, pour être les ferments de la cellulose. Des petits bâtonnets de formes multiples, ensemencés dans du liquide neuf peuvent servir à y faire des digestions de cellulose. Ils transforment la cellulose en dextrine et en glucose qu'on trouve dans les liquides de la panse, dont la muqueuse, puissamment absorbante, ne sécrète pourtant aucune diastase capable d'agir sur l'amidon.

— M. *Faye*, à l'occasion de la communication précédente, fait remarquer qu'il a autrefois entretenu l'Académie d'expériences sur le phénomène de l'émulsion qui lui paraissent concorder avec l'opinion de M. Duclaux.

— M. *J. Tayon* fait remarquer la résistance des ânes d'Afrique à la fièvre charbonneuse.

Sur trois bêtes d'Afrique inoculées du charbon, il s'est formé une tumeur molle, sensible, volumineuse, autour de la piqûre faite par la seringue de Pravaz. La tumeur a persisté pendant une huitaine de jours, sans paraître affecter l'état général des individus.

Ces expériences, faites seulement sur deux ânesses et un âne d'Afrique, sembleraient prouver que ces animaux n'offrent pas un milieu favorable au développement du microbe du charbon. Il faudrait pouvoir multiplier et varier ces résultats pour en tirer une conclusion.

Zoologie. — M. *Ed. Brandt* a fait des recherches sur le système nerveux des larves des insectes diptères.

— M. *A.-F. Marion* passe en revue les alcyonaires du golfe de Marseille.

Cette liste, bien que comprenant quinze espèces, ne contient pas tous les alcyons signalés dans la Méditerranée. L'auteur n'a recueilli jusqu'ici que des fragments de *Mopsea elongata* dans les grands fonds, et il n'a vu sur nos côtes ni *Virgularia,* ni *Funiculina,* ni *Kophobelemnon,* ni enfin le *Stylobelemnon pusillum,* qui sort cependant de la Méditerranée et se retrouve dans le golfe de Gascogne.

— M. *L. Joliet* a observé le développement du ganglion et du « sac cilié » dans le bourgeon du pyrosome.

Il conclut que, si c'est une glande, son canal n'est pas un canal excréteur, car, outre qu'on peut facilement, comme l'ont fait tous les auteurs, voir sur le vivant que le mouvement des cils est dirigé vers le canal et non vers l'extérieur, on peut aussi, surtout sur les salpes, s'assurer, avec des particules d'encre de Chine répandues dans l'eau, que le courant produit par ces cils est, lui aussi, dirigé vers le fond de la fossette, car toutes les particules s'y trouvent bientôt accumulées.

Minéralogie. — M. *L. Bourgeois* a obtenu la reproduction artificielle de la withérite, de la strontianite et de la calcite.

La fusion a lieu au rouge sombre, et, si l'on projette dans le bain quelques décigrammes de carbonate de baryte, strontiane ou chaux précipités, on voit ces sels se rassembler au fond du creuset sans donner lieu à la moindre effervescence. Quelques minutes de recuit suffisent pour obtenir, par lessivage de la masse, des individus nettement cristallisés, identiques, par leur composition chimique et leurs propriétés physiques, avec les espèces minérales.

— M. *A. de Schulten* décrit la production artificielle d'un silicate hydraté cristallisé.

Aucune zéolithe naturelle ne présente la composition de ce corps: celle qui s'en rapproche le plus est l'okénite, qui ne contient que 55 pour 100 de silice, et qui est à peu près exclusivement à base de chaux. La facilité avec laquelle s'obtient ce produit et la similitude des conditions dans lesquelles opère fréquemment la nature font penser que ce silicate hydraté sera rencontré quelque jour par les minéralogistes.

Géologie. — M. *Ch. Vélain* détermine la limite entre le lias et l'oolithe inférieure, d'après des documents laissés par Henri Hermite.

Deux listes établies par M. Hermite sur des échantillons pris en place dans chacun de ces horizons fossilifères indiquent une distinction absolue entre ces deux zones, qui ne présentent presque aucune espèce commune. Cette distinction est encore appuyée sur un fait stratigraphique important, M. Hermite ayant reconnu, à la limite de séparation des deux bancs, des traces d'érosion manifestes, indiquant une interruption entre leurs dépôts; la couche ferrugineuse à *Amm. opalinus* se termine, en effet, par un banc de calcaire, durci, perforé par des mollusques lithophages, souvent raviné et couvert d'huîtres (*Ostrea sublobata?*).

— M. *G. de Saporta* décrit quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile, dans le terrain permien de la région de l'Oural; ce sont les feuilles d'une curieuse espèce de ginkgo, et dans le terrain crétacé à lignites du bassin de Fuveau (Bouches-du-Rhône).

Ces plantes sont le *Nelumbium gallo-provinciale* et le *Flabellaria longerhachis.*

Astronomie. — M. *J. Janssen* donne le principe d'un nouveau revolver photographique.

Dans la nouvelle disposition, le plateau portant la plaque sensible, l'obturateur portant les fentes sont chacun animés

d'un mouvement rotatoire continu, et c'est la grandeur de ces mouvements et leur rapport qui déterminent la rapidité dans la succession des images et les conditions de leur formation.

— M. *Faye* discute une thèse de météorologie récemment soutenue devant la Faculté de sciences de Paris, par M. Hébert, sur le foehn et le siroco.

Ce qui a frappé l'auteur dans la thèse en question, c'est que M. Hébert a eu recours, cette fois, à l'idée si longtemps repoussée par les météorologistes, de tourbillons descendants.

Mathématiques. — M. *Hermite :* Sur l'intégrale elliptique de troisième espèce.

— M. *de Saint-Venant :* Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice.

— M. *G. Darboux :* Sur une classe de courbes unicursales.

— M. *Laguerre :* Sur les hypercycles.

— M. *Appel :* Sur les fonctions uniformes doublement périodiques à points singuliers essentiels.

— M. *G. Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *G. Tarry :* Relation générale entre sept points quelconques d'une section conique. Conique d'homologie. Propriétés communes à trois figures homographiques.

REVUE DU TEMPS

Mars 1882.

Le mois de mars dernier a présenté une température très douce et notablement supérieure à la normale; ce fait est dû surtout aux beaux temps qui ont régné pendant deux semaines et pendant lesquels l'insolation a été très vive.

On retrouve dans ce mois la tendance à hautes pressions, si caractérisée pendant les mois précédents; mais elle est beaucoup moins accentuée.

Le 1er et le 26, deux tempêtes ont étendu leur action sur nos régions; la dernière a présenté une grande violence dans le nord de la France.

Le mois de mars se partage en trois périodes distinctes.

La première s'étend du 1er au 7; elle est caractérisée par des pluies fréquentes et par le passage de deux dépressions près de nos régions.

Le 1er, un centre de dépression (A), venu de l'océan, se trouve sur la mer d'Irlande où le baromètre descend à 730; des vents violents règnent en France, et des pluies abondantes sont recueillies presque partout excepté sur le bassin méditerranéen. Des orages se produisent en plusieurs points; au Puy-de-Dôme cinq paratonnerres sont brûlés.

Le 2, la dépression s'est transportée sur l'Angleterre. Le vent s'est un peu calmé; les pluies, encore assez générales, sont moins abondantes; la dépression se comble sur place.

Le 3, un nouveau centre de basses pressions (A') se montre auprès de la Bretagne; il traverse la France le 4 en se comblant, et gagne la Méditerranée le 5. A cette date, presque toutes nos régions sont sous l'influence de dépressions intenses qui passent au nord des îles Britanniques et maintiennent un régime de vents de sud-ouest avec pluies fréquentes.

Le 7, les hautes pressions gagnent la France par le sud-ouest et ramènent le beau temps.

C'est le commencement de la *seconde période* qui s'étend jusqu'au 20.

Elle est caractérisée par la présence d'un maximum barométrique sur nos régions, par la sérénité du ciel et par la grande amplitude des variations diurnes de la température causée par l'insolation.

Comme cela arrive d'ordinaire en pareil cas, les matinées sont fraîches, et on note de la gelée blanche au parc Saint-Maur du 14 au 20.

Dans la journée, au contraire, le thermomètre monte rapidement et dépasse 20 degrés les 18, 19 et 20 mars.

Le 18 mars, la différence entre le minimum du matin et le maximum de la journée atteint 20,2.

La *troisième période* commence le 21, date à laquelle les basses pressions de l'océan recommencent à faire sentir leur action sur nos régions.

Le 22, un minimum (C), où le baromètre descend à 745, se trouve sur le golfe de Bothnie; sous son influence, deux mouvements secondaires se produisent, l'un sur le golfe de Gênes (C), l'autre sur les Pays-Bas; ce dernier est accompagné d'une chute de neige dans plusieurs points, entre autres à Paris.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en mars 1882.

Dans la nuit du 25 au 26, un minimum barométrique (E) traverse les îles Britanniques, et le 26 au matin, son centre se trouve près de Flessingue où la pression n'est que de 736,7.

Ce tourbillon amène une violente tempête dans toutes nos régions avec des pluies abondantes.

Les gradients barométriques sont assez forts à l'ouest et au sud, moindres vers l'est et presque nuls au nord du centre de la dépression.

Les vents vers le nord-est sont aussi beaucoup moins forts.

Ces deux caractères nous montrent que la tempête du 26 a été causée par ce que l'on appelle une *dépression secondaire*, c'est-à-dire par un tourbillon se rattachant à un autre qui est généralement plus profond, occupe une plus grande surface, et qui fait partie d'un même système de basses pressions. Dans le cas présent, la dépression principale se trouvait près de Bodoë.

Les dépressions secondaires ont pour nous une grande importance parce que les tourbillons principaux passent généralement au nord des îles Britanniques et très rarement près de nous. Tandis que pendant, ou plutôt un peu après le passage du centre du tourbillon principal, des mouvements secondaires se forment souvent sur la Manche, les Pays-Bas, ou nous arrivent formés de l'océan; leur trajectoire traverse quelquefois la France, comme cela est arrivé le 20 février 1879, et lorsque les isobares sont assez resserrées, ces dépressions sont accompagnées de tempêtes désastreuses.

La dépression du 26, elle aussi, a causé des désastres en plusieurs points; à Paris, on a compté plus de quinze accidents de personnes, dont un suivi de mort; sur la Manche plusieurs navires ont été jetés à la côte, et dix-neuf marins ont été engloutis auprès du Havre.

Malheureusement, la prévision de ces météores est très difficile, parce que leur rapidité de translation est souvent considérable, et que la faiblesse de leur diamètre empêche qu'on ne puisse pressentir leur approche par l'inflexion des isobares, comme on le fait pour les grands tourbillons.

La dépression du 26 a continué sa marche vers l'Allemagne en se comblant, et le 27 au matin son centre se trouvait en Silésie.

Le 28, les hautes pressions venues par l'ouest à la suite du passage du tourbillon ont occupé la France où le temps a été couvert avec des pluies très faibles.

Les 30 et 31, des dépressions peu intenses se montrent sur la mer du Nord et l'Angleterre, et sont accompagnées de pluies en France.

Léon Teisserenc de Bort.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Quarterly journal (Société géologique de Londres), vol. XXXVII, part. 3, n° 147. — *W. Waters* : Briozoaires de Victoria (Australie). — *Makintosh* : Sur les dépôts marins des hauts niveaux. — *Parkinson* : Les grès verts supérieurs et la craie chloritée à l'île de Wight. — *Edgard-W. Willett* : Mâchoire de mammifère (triconodon mordax) dans le purbeck de Swanage, avec des remarques par Henry Willett. — *George-Robert Vine* : Diastoporidées du lias et de l'oolithe. — *Franck Rutley* : 1° Étude microscopique des roches vitreuses du Montana, avec un appendice par M. James Eccles; — 2° Structure microscopique des roches dévitrifiées de Beddgelet et Snowdon, avec un appendice sur les roches éruptives de l'île S'komer. — *James-W. Davis* : 1° Description de quelques genres nouveaux et de quelques espèces nouvelles de poissons dans le Bone-bed d'Aust, près de Bristol; — 2° Description d'un genre nouveau parmi les poissons fossiles du terrain houiller, représenté par trois espèces, *Anodontacanthus acutus, A. obtusus, A. fastigiatus.* — *Rév. P. B. Brodie* : Galets de quartzite et de grès fossilifères dans le Drift du Warwickshire. — *Mellard Reade* : Le dernier changement de niveau dans le Lancashire. — *W.-J. Sollas* et *G.-F. Whidborne* : Sur une nouvelle espèce de plésiosaure (*P. Conibeasi*) du lias inférieur de Cuarmouth; observations sur le *Plesiosaurus brachycephalus* Oven, et le *Plesios. megacephalus* Stutchbury; distribution géographique du genre Plésiosaure. — *Henry Hicks* : Empreintes végétales à la partie inférieure du grès de Denbighshire, près de Corwen, avec un appendice par R. Etheridge.

— Vol. XXXVII, part. 4, n° 148. — *J.-F. Blake* : Comparaison entre le jurassique supérieur en Angleterre et celui du continent européen. Première partie, bassin de Paris. — *Buckman* : Catalogue des espèces d'ammonites reconnues dans l'oolithe inférieure du Dorset. — *E.-J. Dun* : Sur les gisements de diamant du sud de l'Afrique. — *G.-R. Vine* : Stomatoporidæ et ascodictyæ du silurien. — *H.-G. Seeley* : Les reptiles de la formation de Gosau, d'après les collections du musée géologique de Vienne. — *John-W. Gudd* : Sur la présence d'ossements de cétacés dans l'oligocène inférieur du bassin du Hampshire, avec un appendice par le professeur Seeley. — *H. Hollingworth* : Description d'un lit tourbeux interstratifié dans l'argile à silex d'Oldham.

— Annales de chimie et de physique (février 1882). — *Dieulafait* : Existence de l'acide borique en quantité notable dans les lacs salés de la période moderne et dans les eaux salines naturelles, qu'elles soient ou non en relation avec des produits éruptifs. — *Neireneuf* : Mémoire sur l'écoulement du gaz et sur quelques propriétés des flammes. — *Liveing* et *J. Dewar* : De l'identité des raies spectrales de différents éléments. — *Jules Lefort* : Action des acides arsénique et phosphorique sur les tungstates de soude et nouvelle méthode d'analyse des tungstates. — *Langley* : La distribution de l'énergie dans le spectre normal. — *Hanriot* : Sur l'éther bichloré symétrique. — *Hanriot* et *OEconomidès* : Sur la métaldéhyde.

— Journal de physique théorique et appliquée (mars 1882). — *Mascart* : Sur l'équivalent électrochimique de l'eau. — *Alfred Angot* : Études sur le psychromètre — *Foussereau* : L'éclairage électrique. — *A. Hurion* : Détermination des ventres des tuyaux sonores à l'aide des flammes manométriques. — *Slouguinoff* : Compensateur pour mesurer les forces électromotrices. — *Ed. Becquerel* : Sur les phosphorographies du spectre solaire.

— Archives générales de médecine (février et mars 1882). — *Ch. Lasegue* et *J. Regnauld* : Le chloroforme et son emploi thérapeutique en dehors de l'inhalation. — *Le Bec* : La lithotritie en une seule séance de sir Henry Thomson. — *Lannelongue* : Anomalie de trois membres par défaut : amputations congénitales des auteurs. — *E. Pineau* : Notes sur l'épidémie de suette miliaire de l'île d'Oléron. — *Duplay* : Contribution à l'étude des tumeurs du ligament rond (fibromes et fibro-myomes du ligament rond). — *Ch. Lasègue* et *J. Regnauld* : Le chloroforme et son emploi thérapeutique en dehors de l'inhalation (fin). — *Raymond* : Sur certains délires chroniques (simulant la folie) survenus dans le cours de néphrites chroniques et paraissant se rattacher à l'urémie. — *L. de Santi* : La statistique des plaies pénétrantes de poitrine par armes à feu.

— Archives de physiologie normale et pathologique (n°s 1 et 2, janvier et février 1882). — *L. Malassez* : Sur la formation des globules rouges dans la moelle des os de quelques mammifères. — *Vibert* : De la possibilité de distinguer le sang de l'homme de celui des mammifères. — *Mariano Semmola* : Nouvelles recherches expérimentales pour démontrer l'origine hématogène de l'albuminurie brightique. — *Ch. Sabourin* : Contribution à l'étude de la cirrhose rénale; — études sur quelques variétés de tumeurs du rein. — *A. Mayor* : Contribution à l'étude des monstres doubles; — des monstres du genre Janiceps. — *Dastre* et *Morat* : Sur la fonction vaso-dilatatrice du nerf grand sympathique. — *Mayet* : Recherches sur les altérations spontanées des éléments colorés du sang conservé dans le plasma, à l'abri de l'air. — *Kelsch* et *Kiener* : Les altérations paludéennes du rein; — la néphrite paludéenne aiguë et chronique. — *O. Terrillon* et *Luchar* : Recherches expérimentales sur la contusion du testicule.

CHRONIQUE

École pratique de la Faculté de médecine. — M. le docteur Dareste commencera ses conférences d'embryogénie et de tératologie, le mardi 18 avril, à quatre heures, et il les continuera les samedis et mardis à la même heure, dans le laboratoire d'embryogénie de l'École pratique (bâtiment Dupuytren).

— Académie des sciences de Paris. — Titulaires du fauteuil actuellement occupé par M. Paul Bert :

1° *Hallé* (Jean-Noël), né à Paris, le 6 janvier 1754, élu le 9 décembre 1795. — Mort le 11 février 1822.

2° *Chaussier* (François), né à Dijon, le 2 juillet 1746, élu le 6 mai 1822. — Mort le 19 juin 1828.

3° *Serres* (Étienne-Renaud-Augustin), né à Clairac (Lot-et-Garonne), le 12 septembre 1786, élu le 28 juillet 1828. — Mort le 22 janvier 1868.

4° *Bouillaud* (Jean-Baptiste), né à Garat (Charente), le 16 septembre 1796, élu le 1er juin 1868. — Décédé le 29 octobre 1881.

5° *Bert* (Paul), né à Auxerre (Yonne), le 19 octobre 1833, élu le 3 avril 1882.

— Musée ethnographique du Trocadéro. — A partir du dimanche 16 avril, ce musée sera ouvert au public. — Vendredi 14, M. Hamy a donné aux délégués des sociétés savantes de province des explications détaillées sur les plus intéressants objets exposés.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [479]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 16 22 AVRIL 1882

Paris, le 21 avril 1882.

L'Association française pour l'avancement des sciences a pu, grâce à l'augmentation constante de ses revenus et aux généreuses dotations qui lui ont été faites, allouer les subventions suivantes aux savants dont les noms suivent :

MM. *André*, pour aider à la publication d'un ouvrage sur les parasites et les maladies de la vigne	200 fr.
Borelly, pour fouilles relatives à des sépultures préhistoriques en Algérie	300 »
Brillouin, pour continuer ses recherches sur les courants électriques (subvention B. Brunet)	1000 »
Brongniart, pour aider à la publication d'un ouvrage sur les hyménoptères fossiles	200 »
Capus et *Bonvalot*, pour aider à la publication des résultats de leur voyage d'exploration dans le Turkestan	2000 »
Debran, pour continuation de ses recherches sur l'électricité	200 »
Dujardin-Beaumetz et *Audigé*, pour la continuation de leurs recherches sur l'alcoolisme chronique (subvention de la ville de Paris)	400 »
Flahaut, pour aider à la continuation de ses recherches sur divers points de botanique	500 »
Giard, pour continuation de ses recherches au laboratoire de zoologie maritime de Wimereux	500 »
Manouvrier, pour participer à la continuation de ses recherches sur le cerveau	1200 »
Patouillard et *Doassans*, pour aider à la publication d'un ouvrage sur *les Champignons figurés et desséchés*	400 »
Sabatier, pour continuation de ses recherches sur les organes reproducteurs	500 »
Salmon, pour la continuation de ses recherches sur les dolmens de l'Aube	200 »
Société de géographie commerciale de Bordeaux, pour l'organisation de cours publics, conférences, etc.	500 »
Société scientifique d'Arcachon, pour contribuer aux dépenses d'entretien des laboratoires	200 »
M. *Tissandier*, pour aider à la continuation de ses recherches sur les moteurs électriques légers	800 fr.
De plus, l'Association française confie à M. *Gaurau*, médecin-aide-major à bord de la *Clorinde*, qui doit stationner à Terre-Neuve, un thermomètre à renversement dont elle fait l'acquisition (400 fr.) à cette occasion, pour qu'il puisse faire une étude suivie des températures sous-marines	400 »

Nous avons parlé à plusieurs reprises du chemin de fer qui devait être construit dans le Sénégal. Un décret du 4 avril 1882 porte ouverture d'un crédit de 7 458 785 francs pour les chemins de fer du Sénégal.

Quelques jours à peine après la promulgation de cette loi, nous avions des nouvelles de l'expédition dirigée par le colonel Desbordes. La petite troupe française s'est avancée à 45 kilomètres au delà du Niger. La colonne est ensuite revenue à Kita. Cette rapide expédition, qui fait grand honneur à nos troupes, aura pour résultat d'établir définitivement notre protectorat jusqu'au Niger.

Nous apprenons une douloureuse nouvelle; la mort d'un des plus grands savants de ce siècle, Charles Darwin. Il est mort plein de jours; mais dans toute la vigueur de sa belle intelligence. L'influence qu'il a exercée sur la zoologie générale a été prodigieuse. Nous publierons prochainement une étude détaillée sur la vie et les œuvres de ce grand homme.

Plusieurs journaux annoncent la constitution de la *Revue scientifique* et de la *Revue politique et littéraire* en société anonyme. La nouvelle est exacte. Nous attendons, pour la confirmer avec quelque détail, que les formalités légales soient entièrement remplies.

AGRICULTURE

MUSÉUM NATIONAL DE RIO-JANEIRO

CONFÉRENCE DE M. LOUIS COUTY

Le café.

Mesdames, messieurs,

Au mois d'avril 1879, j'arrivais au Brésil, et quelques jours après j'allais visiter les belles plantations de la province de Saint-Paul. On me dit que ces millions de pieds de caféiers descendaient tous de quelques arbustes qui ornaient au commencement du siècle les jardins de Rio-Janeiro. On me dit qu'une exportation de cinq millions de sacs se chiffrait, il y a soixante ans, par quelques hectolitres; et je compris ce que valaient les terres du Brésil et ce que valaient ses habitants.

Mais on m'aurait bien étonné en ajoutant que, deux ans plus tard, je terminerais par une conférence la première exposition consacrée à votre produit national. C'est là, messieurs, un grand honneur; mais cet honneur implique une tâche périlleuse; et, si ma double qualité de professeur et d'étranger ne m'en faisait un véritable devoir, je ne me permettrais pas de parler du café devant ceux qui le cultivent et le préparent, à la fin de ces comices dont le Brésil entier s'est occupé.

Les jours précédents comme ce soir, on a vu se presser dans ces salles une foule nombreuse où se mêlaient les personnalités les plus humbles et les plus hautes; tous les journaux ont été remplis d'appréciations flatteuses et de discussions importantes; les plaintes générales auparavant se sont apaisées peu à peu, et vous ne pouviez, messieurs les organisateurs, souhaiter à vos efforts un succès plus complet. Si vous n'aviez voulu faire qu'une simple exhibition, cet intérêt général serait pour vous une récompense suffisante; mais heureusement vous avez su viser plus haut. Vous avez aidé à rechercher les causes d'une crise dont tout le monde souffre; vous avez rassemblé d'énormes matériaux d'observations en demandant aux diverses provinces du Brésil, comme aux pays concurrents, des éléments complets de comparaison, et vous avez passé de longues heures à les classer méthodiquement avec des indications nombreuses : aussi cette exposition, installée par l'initiative privée, servira-t-elle puissamment à fournir des conclusions précises et à préparer des solutions utiles : vous pouvez vous enorgueillir de ces résultats. Ils feront ce soir le sujet de cette conférence.

Le Brésil vous est redevable de connaître aujourd'hui l'état exact de ses progrès et de ses ressources. Il sait que sa production de café n'est pas inférieure aux autres en qualité ou en préparation; et ce premier résultat est considérable.

En comparant les produits de Rio-Janeiro, de Saint-Paul ou de Minas aux produits de l'Asie, de l'Amérique centrale ou de l'Océanie, vous avez constaté que vos formes et vos qualités sont plus variables et plus inégales que celles de Ceylan, de Java, de la Martinique ou de Bourbon; mais ces pays produisent quelques centaines de mille sacs ou beaucoup moins, et leurs cultures, au lieu de s'étendre sur plusieurs degrés géographiques, couvrent à peine quelques kilomètres carrés. Si l'on tient compte, comme il est juste, des différentes qualités de votre énorme production, vos cafés qualifiés de bons ou de supérieurs se montrent les égaux des meilleurs cafés de Java, de Ceylan, de la Martinique ou du centre Amérique; vos qualités médiocres trouvent en Afrique, à Haïti, à Manille, à Ceylan des analogues et vous avez acquis la certitude que la moyenne de votre production rivalise en qualité avec l'ensemble des productions concurrentes qu'elle égale en quantité.

En répondant ainsi à tant d'appréciations inexactes ou insuffisantes acceptées au Brésil comme en Europe, l'exposition a rendu un signalé service, et ce service restera malgré toutes les objections. Ces objections sont du reste toujours les mêmes : une exposition ne prouve rien; les échantillons étrangers étaient trop peu nombreux, les vôtres trop choisis; que sais-je encore? Mais j'aime mieux répondre par d'autres observations.

MM. de Taunay, Telles et moi nous avons visité dans un récent voyage diverses boutiques des boulevards et des rues populeuses de Paris pour chercher la solution d'une question fort mal posée, celle des marques du café du Brésil.

Après nous être convaincus comme bien d'autres que beaucoup des cafés vendus sous les noms de Martinique, Moka, Java ou Bourbon venaient de Rio ou de Saint-Paul, nous constatâmes aussi que les formes du Brésil affublées de noms d'emprunts égalaient en qualité les marques véritables.

Pour plus de facilité, d'examen nous achetâmes et nous avons conservé plusieurs échantillons de Martinique, de Ceylan et du centre Amérique que l'on peut examiner au laboratoire de biologie industrielle de l'école polytechnique; en voyant ces cafés pris au contact du consommateur et en les comparant à ceux de cette exposition, vous conclurez que les produits du Brésil ne sont pas inférieurs aux autres.

Du reste, tous les intermédiaires savent bien que les marques les plus demandées en Europe sont fournies en grande partie avec vos bonnes qualités. Deux millions de sacs de produits du Brésil bien choisis, davantage peut-être, sont confondus chaque année, avec les quelques centaines de mille sacs de bon café que produisent Ceylan, Java, Moka et les Antilles; et ce seul fait suffit à établir le mérite et la diversité de votre préparation, comme il explique l'erreur des consommateurs trompés sur l'origine des formes supérieures, et habitués à juger votre café d'après ses mauvaises qualités. Cette erreur déjà ancienne est entretenue aujourd'hui par l'ignorance et par l'intérêt.

Il était naturel que la production du Brésil, irrégulière à ses débuts, fût alors mélangée à d'autres qualités plus anciennes et mieux préparées; ceux qui l'achètent ont eu profit à continuer à l'utiliser de la même façon.

Et beaucoup se sont laissés tromper par ces conditions de

vente, jugeant, en ce point comme en d'autres, ce pays sans le connaître.

Si plusieurs de ceux qui ont écrit sur le Brésil y étaient venus ou si, y étant venus, ils ne s'étaient pas bornés à visiter quelques villes du littoral; s'ils avaient fait ce que j'ai fait, pénétrant dans les fazendas, parcourant des plantations immenses bien installées et bien tenues, examinant les engenhos et les appareils perfectionnés de préparation, s'ils s'étaient enquis de la richesse de cette terre qui, à peine sarclée, nourrit pendant trente ans, sans engrais, des caféiers trop agglomérés et donne 300 à 500 pour un avec les cultures de haricots ou de maïs, alors ils n'auraient pas affirmé que les productions du Brésil n'ont pas d'avenir.

Ne croyez pas, messieurs, que je devienne optimiste : personne moins que moi ne songe à nier l'importance du malaise dont vous souffrez; les stocks de café augmentent en Europe pendant que les prix s'abaissent; le producteur au Brésil voit son épargne diminuer; et il ne sait plus où se procurer l'argent et la main-d'œuvre nécessaire pour agrandir, ou simplement pour continuer, les exploitations existantes. Les plaintes sont générales et elles sont justifiées.

Mais la cause ne doit pas en être cherchée, comme on l'a cru, dans le mauvais état supposé de vos cultures et dans l'infériorité de qualité ou de préparation des produits; si l'on veut ne pas se payer de mots et d'explications faciles, des observations assez simples permettent d'analyser cette crise de café qui a été le point de départ de l'exposition actuelle. Éliminons d'abord les facteurs accessoires.

On parle beaucoup de dégrèvement. On suppose que si le café ne payait plus 1 fr. 56 par kilogramme d'entrée en France, 1 fr. d'entrée ailleurs, la consommation deviendrait énorme. Une augmentation se produirait, cela n'est pas niable; mais elle serait légère, parce que l'impôt actuel correspond à peine au tiers du prix de vente au consommateur; cette augmentation, probablement, profiterait à vos concurrents autant qu'à vous, et pour l'obtenir votre gouvernement devrait modifier plusieurs tarifs de douane exagérés aussi sur les vins, les porcelaines et d'autres importations françaises, qui vous fournissent de grandes ressources.

On voudrait diminuer le droit de 13 pour 100 que le café paye à sa sortie du Brésil. Rien de mieux que cette réforme si l'équilibre budgétaire la permet; cependant, dans un pays qui n'a pas de cote personnelle et mobilière, pas d'impôt foncier, il est juste de faire tomber une partie des charges sur les produits des fazendaires qui possèdent avec la terre des milliers de travailleurs noirs.

On fait jouer surtout un grand rôle à la baisse du prix des cafés et à la concurrence de plus en plus vive des productions étrangères. L'importance de ces facteurs n'est pas contestable, mais ils sont simplement les causes occasionnelles d'une crise depuis longtemps préparée.

L'abaissement du prix, sensible depuis plus de vingt ans, arrêté un moment, il y a quelques années, était fatal et nécessaire. Le café, après être resté longtemps une denrée de luxe, entre dans la grande consommation, et, par suite, son prix diminue à mesure que les concurrences se multiplient et se perfectionnent. Cette phase de transition est commune à toutes les productions : les céréales, le sucre, les fécules, le riz, le coton l'ont depuis longtemps dépassée; favorable aux pays qui ont su la prévoir, elle est pénible pour ceux qui n'y sont pas préparés; c'est justement ce qui arrive aux cultivateurs de café du Brésil.

Tandis que vous souffrez, d'autres vont en avant; le centre Amérique, diverses régions de l'Afrique et de l'Asie augmentent leurs cultures à une époque où vous ne savez comment conserver les vôtres; et, au lieu de fournir, comme il y a quelques années, près des deux tiers de la consommation du monde, votre production n'égale même plus la moitié. Elle a augmenté, mais elle a augmenté moins vite que les exploitations concurrentes; et, en l'absence regrettable d'informations précises, nous trouvons là une preuve suffisante. Les prix qui vous semblent trop bas sont restés rémunérateurs pour d'autres, et la crise provoquée chez vous ou principalement chez vous par une variation générale des marchés de vente doit être considérée comme un malaise local.

Par suite, les causes, elles aussi, sont locales, et il est facile de les retrouver si l'on veut continuer la comparaison précédente. Le café rentre dans la grande consommation, comme le sucre, la farine ou la fécule : eh bien, que valent aujourd'hui ces denrées? Les meilleures farines, celles de froment, se vendent en gros 0 fr. 40 à 0 fr. 45 le kilog., et, d'autres sont beaucoup moins chères. Le sucre, vous le savez, puisque vous êtes au nombre de ses grands producteurs, est à des prix notablement inférieurs à ceux du café, et cependant la préparation des farines ou du sucre est autrement compliquée, et la culture de la matière première est elle-même plus difficile.

Prenons encore la vigne; cet arbuste, très comparable au caféier, réclame pour sa culture et pour la préparation de ses fruits des soins spéciaux et une main-d'œuvre directe; le vin, comme le café, est encore en bien des pays une denrée de luxe; cependant les vins de qualités communes se payaient, il y a quelques années, au propriétaire français, 0 fr. 25 à 0 fr. 40 le litre, et, malgré une augmentation brusque de consommation, malgré le phylloxera, ce prix n'a pas beaucoup augmenté. Et ce n'est pas au vin, c'est au raisin sec ou à d'autres fruits faciles à préparer que nous devrions comparer le grain de café.

La conclusion, vous l'avez déjà posée. Votre café revient trop cher : à ce moment de crise, les qualités moyennes sont payées 0 fr. 60 à 0 fr. 80 le kilogramme aux fazendaires, et les qualités bonnes 1 franc à 1 fr. 10, c'est-à-dire le double de la valeur de denrées européennes plus difficiles à obtenir. Il y a quelques années, la différence était encore plus considérable : cependant vous trouvez insuffisants des prix aussi élevés et vous ne comprenez pas pourquoi vous êtes appauvris par ce qui enrichit les autres. Regardez donc autour de vous et arrivez aux causes premières : votre main-d'œuvre est mauvaise et presque toutes les fazendas de café ont encore le travail servile.

Je ne suis pas suspect, et j'ai répondu en Europe à des

attaques que je croyais injustes : les noirs restés esclaves sont mieux traités chez vous que beaucoup de nos salariés, et la plupart des hommes de couleur devenus libres ne sont pas aptes à entrer comme éléments actifs et utiles dans une société civilisée. Voilà ce que j'ai vu; je l'ai écrit et je le répéterai si c'est utile ; mais je soutiens aussi qu'il y a urgence à remplacer une main-d'œuvre insuffisante et incapable de progrès, et ce n'est pas pour l'esclave, c'est pour votre pays, c'est pour vous que l'émancipation rapide me paraît de plus en plus nécessaire.

Vos cafés sont trop chers, parce que le noir vous coûte trop. Il vous coûte à entretenir et à élever s'il est né dans votre fazenda, il vous coûte à acheter s'il vient d'ailleurs. Vous payez aujourd'hui un travailleur ordinaire, qui durera vingt-cinq ans, 5000 à 6000 francs, et il faut ajouter à l'amortissement de cette somme un intérêt qui est au Brésil de 9 à 10 pour 100. Il faut aussi tenir compte de ce que vous coûte cet esclave pour le nourrir, l'habiller, le soigner s'il est malade, le conserver s'il est vieux ou infirme, et vous oubliez trop souvent ces frais journaliers en ne vous préoccupant que des déboursés.

Eh bien, faites une comparaison facile : voilà deux fazendas ayant chacune deux cents noirs; l'une achète tout ce qui est nécessaire à leur entretien et elle produit 20 000 arrobes de café; l'autre cultive le maïs, le riz, le feijon pour leur nourriture, la canne pour leur boisson, le coton pour leur habillement et elle ne vend que 10 000 à 12 000 arrobes. La différence énorme de 10 000 arrobes au prix moyen de 10 francs représente ce coût annuel du travail esclave que vous avez l'habitude de négliger.

J'ai pris de divers côtés des renseignements; j'ai essayé des calculs, et quoiqu'il soit malheureusement difficile de réunir sur ces points des données précises, j'ai acquis la conviction qu'un noir utile, à travail égal, revient deux fois plus cher qu'un ouvrier libre. Et ce travail qui revient plus cher est aussi très inférieur.

Cette infériorité saute aux yeux quand on a vécu en France, au milieu de nos paysans âpres au gain, tenaces au travail et capables d'efforts intelligents; mais vous pouvez vous-mêmes vous en rendre compte.

Vos cafés étaient autrefois mal préparés, mal lavés, mal triés, mal séchés, parce que le noir faisait directement toutes les opérations, et la plupart des fazendaires qui ont installé des engenhos ont dû recourir à des ouvriers libres ou à des métis. Aujourd'hui vous dépensez à bien tenir vos plantations une quantité énorme de main-d'œuvre sans pouvoir utiliser des procédés perfectionnés, vulgaires partout ailleurs, au labourage, à l'emploi des engrais, à la taille; vos défrichements restent barbares, et dans chaque fazenda la production se borne à une seule denrée, parce qu'il est difficile d'habituer un esclave à faire simultanément des opérations différentes.

Ces pauvres noirs sont presque tous des automates qu'il faut soumettre à une constante surveillance; vous les enfermez la nuit, vous les conduisez par escouades, vous les châtiez quelquefois, n'ayant pas d'autre moyen de les forcer au travail. Malgré le nombre immense des libérations et le mélange des races, malgré de très grandes facilités données au travail libre, vous n'avez pas réussi à organiser le travail libre, agricole, avec les éléments nationaux, et vos paysans apathiques, sans idées et sans besoins, n'ont rien de comparable aux petits blancs de l'Amérique du Nord et des Antilles.

L'absence de main-d'œuvre libre entraîne le maintien de la grande propriété : des régions de plantations de café aussi étendues que l'Angleterre et la France sont divisées par énormes lambeaux de 10 000 à 60 000 hectares nommés fazendas. La division du travail, comme la division du sol, reste rudimentaire, et vos classes d'artisans, de petits négociants, votre peuple en un mot s'aggrège lentement. L'épargne se concentre comme la propriété; quelques milliers de familles se partagent le prix de cinq millions de sacs de café, et, seules intéressées à produire davantage, elles ne suffisent pas, malgré tous leurs efforts, à créer une véritable richesse. Aussi, faute d'épargne générale et de main-d'œuvre disponible, les exploitations ont peu de valeur : une fazenda qui donne 400 000 francs de café par an trouvera difficilement acheteur à 600 000 francs si on la vend nue, à un million si on y laisse les esclaves ; et d'ordinaire le propriétaire a dépensé davantage à installer des conduites d'eau, des chemins, des machines ou des maisons. La fortune réalisable n'étant pas en rapport avec les revenus, le propriétaire ne trouve pas à 10 ou 12 pour 100 les capitaux nécessaires pour augmenter ses plantations ou transformer sa main-d'œuvre, et il se préoccupe avec raison de la création de banques hypothécaires qui iraient chercher en Europe des capitaux plus faciles et plus abondants.

En échange de son café, le fazendaire touche du papier, seule monnaie possible dans un pays où l'épargne est insuffisante; or, comme ce papier a une valeur variable, si le change est bon, c'est-à-dire si le franc vaut 400 reis au lieu de 500, le vendeur reçoit moins pour une quantité fixe de café payée au même prix en Europe. Messieurs, je m'arrête à ce fait qui caractérise bien l'époque de transition que vous traversez : le producteur du Brésil est intéressé à l'avilissement du crédit de son propre pays et il y est intéressé parce que le Brésil ne fait pas lui-même ses échanges avec l'extérieur.

Occupés à surveiller leurs esclaves ou à faire de la politique de parti, les fazendaires laissaient tout au plus leurs fils devenir avocats, médecins, juges ou administrateurs ; et ils ne prenaient pas garde que des immigrants, venus souvent pour cultiver la terre, occupaient peu à peu toutes les fonctions industrielles et commerciales et accomplissaient ce que des Brésiliens auraient dû faire.

Ce sont des Européens qui ont fait connaître vos produits, le café, le sucre, les fécules, plus récemment le cacao et le caoutchouc; ce sont des Européens qui ont perfectionné vos préparations, celle du café, celle du sucre comme beaucoup d'autres. Ce sont aussi des Européens qui ont commencé vos grands travaux industriels et métallurgiques, ou qui ont installé la plupart de vos chemins de fer et de vos voies de communications maritimes et fluviales.

Ce n'est pas leur faute, à ces nouveaux venus, si leurs intérêts sont restés distincts des vôtres, c'est-à-dire opposés; et ce n'est pas eux, c'est vous qui avez créé ce mal dont vous vous plaignez, « l'estrangérisme ».

Si vous aviez transformé les immigrants en cultivateurs de café, au lieu de les forcer à en être seulement les vendeurs; si, comme l'Amérique du Nord, comme le Chili ou l'Australie, vous aviez ouvert votre sol, vos cultures, vos terres et non pas seulement vos maisons, si vous n'aviez pas tenu en suspicion les religions et les coutumes qui n'étaient pas les vôtres, au point de réserver pour vous seuls les droits de citoyens, vous ne souffririez pas aujourd'hui de l'état de votre épargne diminuée chaque année par des profits étrangers.

Ne craignez rien, messieurs, je suis dans la question et vous allez voir que l'état de vos échanges influe autant que l'état de votre main-d'œuvre sur la crise que traverse votre principale production.

Pour beaucoup de fazendas de Minas, de l'Espirito Santo ou même de Rio, un sac de 60 kilogrammes coûte 20 francs à transporter de la fazenda au port d'embarquement. Vous trouvez à juste titre ces frais exagérés; mais ils ont leur raison d'être : la plupart de vos chemins de fer sont construits par des compagnies anglaises ou françaises, qui doivent s'assurer contre les risques du change et de l'éloignement, et qui souvent aussi se bornent à des spéculations sans portée. Par suite d'intérêts politiques ou autres, vos lignes ne desservent pas toujours les zones les plus riches ou les ports d'exportation les plus commodes et les plus rapprochés; par suite de garanties d'intérêts sans objet pour des zones déjà cultivées, mais nécessaires pour attirer les capitaux étrangers, ces lignes, construites souvent à trop grands frais, sont grevées de frais intermédiaires ruineux que l'entreprise définitive doit payer au premier concessionnaire; mais ensuite, sûre de l'avenir, obligée de partager avec l'État les plus-values, chaque petite compagnie n'a presque aucun avantage à voir augmenter le trafic, et ce trafic est lui-même limité dans des régions où le travailleur noir ne consomme pas, où l'ouvrier et le paysan travaillant peu n'achètent pas. Souhaitons donc que vos voies de communications soient dorénavant mieux comprises et mieux coordonnées; mais ne demandons pas à celles qui existent des tarifs à bon marché qu'elles ne peuvent pas immédiatement donner.

Du reste, l'état des échanges et des transports intérieurs pèse relativement peu sur le marché du café, et ce produit souffre surtout des échanges extérieurs.

Un kilogramme de café vendu 1 franc à Rio, chargé ensuite de 1 fr. 70 de droit, est acheté 4 fr. 50 par le consommateur : soit 1 fr. 80 de frais d'échanges. Ce chiffre effraye et l'on est tenté de ne pas y croire ; il n'a cependant rien d'exagéré.

Dans les visites que nous avons faites, MM. de Taunay, Telles et moi, à divers magasins de café de Paris, nous avons comparé les prix de demi-gros de certaines qualités faciles à reconnaître, aux prix indiqués à ce moment pour les mêmes qualités dans les mercuriales des journaux du Brésil. Nous laissions donc subsister deux intermédiaires ; le commissaire à Rio, le vendeur au détail en Europe et, bien entendu, nous tenions compte des frais minimes de transport jusqu'au débitant. Dans ces conditions, nous constatâmes que les cafés du Brésil doublaient de prix en passant du producteur au dernier vendeur.

Des qualités achetées 80 francs les 100 kilogrammes à Rio, étaient vendues à Paris en demi-gros 160 à 180 francs, ou mieux 370 francs avec les droits et le transit; des qualités meilleures, marquées 100 à 120 francs au Brésil, se débitaient à 400 et 420 francs en Europe. La valeur vénale de 100 kilogrammes de café augmentait donc inutilement de plus de 100 francs avant d'arriver au consommateur, tandis que l'échange des céréales, des fécules ou du sucre ne nécessite que des frais très minimes.

Les raisons de cet état de chose sont simples, et vous les connaissez tous.

Le fazendaire expédie à un premier vendeur responsable, *le commissaire ;* du commissaire, le café passe entre les mains d'un *ensaccador* qui réunit les qualités similaires et trop souvent mélange les médiocres et les bonnes; enfin l'*expéditeur* achète de différents côtés des lots de 500 à 5000 sacs qu'il envoie en bloc au Havre, à Bordeaux ou à Marseille.

Là, une maison de commission vend chaque cargaison à un spéculateur en gros; celui-ci ou un autre intermédiaire fait de nouveaux mélanges, rassemble des Martinique, des Ceylan, des Java et des cafés « despolpés » du Brésil, mêle des cafés de *terreiro* aux Venezuela, aux Costa-Rica, aux Manilles, aux Haïti, et vend ensuite ces produits nouveaux au marchand de demi-gros ou au négoçiant de denrées coloniales, qui lui-même cèdera au petit épicier et au détaillant.

Au lieu de faire lui-même ses échanges, ce qui serait facile s'il l'essayait sérieusement, le fazendaire fournit donc les moyens de vivre à sept intermédiaires successifs sans compter les banquiers, les courtiers et les autres employés indirects de ces transmissions multiples. Le commissaire avance de l'argent au fazendaire; les expéditeurs se couvrent avec des traites fournies généralement par de puissantes maisons anglaises qui profitent des différences de change et quelquefois les produisent; enfin le premier acheteur du Havre ou de Marseille et le négociant de demi-gros, ayant à payer outre ces traites des impôts élevés, usent aussi du crédit.

Ces bénéfices intermédiaires, réalisés presque tous par des étrangers, diminuent sans profit pour le pays le prix qui pourrait être payé au cultivateur ou au préparateur; et votre café, trop cher déjà à cause de la main-d'œuvre, rapporte peu à cause de la vente.

Il faut que vos terres soient bien fertiles, il faut que leurs cultures soient bien lucratives pour que vos exploitations soient restées longtemps florissantes malgré des conditions nationales et étrangères aussi défavorables, et l'on se demande avec étonnement quelles ne seront pas la force et la richesse du Brésil lorsqu'il saura utiliser ses ressources naturelles. Mais comment arriver à cette utilisation, comment faire une main-d'œuvre meilleure et des échanges plus

faciles; en un mot, comment mettre fin à la crise du café et des autres productions? Voilà, messieurs, la véritable question et il ne servirait de rien d'avoir indiqué les causes si nous n'essayions de discuter les remèdes.

Ceux d'entre vous qui me connaissent savent que j'ai toujours parlé du Brésil sans parti pris; amené par les exigences inattendues d'un programme à étudier plusieurs des points les plus importants de votre évolution, j'ai fait ce que j'ai pu pour faire apprécier en Europe, à leur juste valeur, des ressources et un avenir injustement méconnus; aussi je vous demande de dire encore toute ma pensée, et je la résumerai d'un mot. Vous avez, d'après moi, souvent oublié qu'une nation dépend intimement de son milieu, de son sol, de son climat et de son peuplement; vous n'avez pas su toujours être Américains du Sud en face de l'Europe, Brésiliens en face de l'Amérique du Sud; et si votre patriotisme est ardent, si vos formes extérieures, vos mœurs, vos coutumes sont à vous et bien à vous, vous avez bien des fois pris ailleurs ce qui s'imite le moins, les institutions, les réformes et les lois, c'est-à-dire les actes mêmes de l'évolution sociale; et dans tous les cas, pour cette question capitale de la transformation du travail, vous n'avez pas tenu compte des difficultés ou des ressources qui vous étaient spéciales.

Ainsi vos terres sont excessivement riches; les immenses pâturages du centre et du sud permettent de créer des chevaux, des mules ou des bœufs, sans en prendre aucun soin; le maïs, le haricot, divers féculents, la vigne elle-même fournissent presque sans frais des récoltes beaucoup plus abondantes qu'en Europe; il n'est peut-être pas de pays où l'on trouve réunies, comme au Brésil, des productions aussi lucratives que le café, le sucre, le cacao, le maté, le tabac, le coton et le caoutchouc, et l'on ne compte plus les substances oléagineuses ou textiles, les bois de luxe, les fruits ou les médicaments si divers que vous laissez inutilisés faute de moyens d'exploitation.

Mais vos bois vierges demandent plusieurs mois pour être défrichés, et les plantations par lesquelles vous avez l'habitude de les remplacer donnent tardivement leur première récolte. Tandis que dans l'Amérique du Nord, l'Australie ou la république Argentine, le nouvel arrivé trouve des ressources presque immédiates dans des cultures de céréales ou des élevages de porcs et de moutons dont il a l'habitude; au Brésil, il lui faut attendre deux ans avant de couper la canne ou d'arracher le manioc et cinq ans avant de cueillir un premier grain de café, et il lui faut attendre aussi s'il plante du coton ou du cacao, ou s'il élève du gros bétail.

Surpris par ces cultures nouvelles dont il doit peu à peu apprendre tous les détails, l'immigrant se trouve de plus dépaysé au milieu d'une société sans préjugé de race, ouverte au noir libéré, hospitalière à l'Européen qui voyage, mais relativement fermée à l'étranger qui veut s'établir. Si par malheur ce colon est envoyé dans une de ces exploitations organisées à grands frais par l'État, alors son désenchantement est rapide et complet. Votre sol, riche à longue échéance, ne lui fournit pas même de moyens de vivre, lui et sa famille; vos lois, en le privant des droits civils et municipaux les plus simples, le placent presque au-dessous de vos affranchis. Forcé, s'il veut manger, de recourir à des avances faites par le gouvernement, surveillé par une administration nombreuse et compliquée, et ne trouvant ni cette indépendance ni ces gains rapides qu'il était venu chercher, il repart découragé; ou s'il reste, il végète, par suite de l'absence ordinaire des moyens d'échange et des voies de communication les plus simples.

Et pendant que des nations vieilles s'enrichissent par des cultures sans comparaison avec les vôtres, pendant que des millions d'immigrants vont fertiliser chaque année des pays neufs moins favorisés de la nature, le Brésil ne peut même songer à utiliser ses immenses réserves; et, comme l'avare sur son trésor, il vit et il attend. Et cependant le temps presse; le moment n'est pas loin où, grâce à la loi Bio Bronco, le travailleur noir aura disparu, et la crise du café est un de ces avertissements salutaires qu'une nation qui veut vivre et grandir ne doit pas négliger.

Vous vous trouvez placés, pour avancer, dans des conditions entièrement spéciales.

L'esclavage, en s'étendant sur tout votre territoire, a installé de divers côtés des exploitations importantes qui périclitent aujourd'hui, parce que ce mode inférieur de travail ne s'adapte pas un progrès social rapide et fécond. Ces exploitations forment malheureusement la base de votre richesse privée et publique, et sous peine d'un cataclysme, vous ne pouvez songer à les supprimer brusquement et à imiter l'Amérique du Nord, peuplée depuis des siècles par des millions de cultivateurs libres, capables de continuer la production nationale.

Il vous faut donc continuer ce qui existe sous des formes en rapport avec les progrès des nations concurrentes; et puisque vous n'avez pas le temps de passer successivement de l'esclavage au servage, au métayage, au fermage, il vous faut arriver d'emblée à la division et à l'individualisation du travail et de la terre, en substituant directement le cultivateur libre et maître de son champ au noir esclave sur lequel vous avez tous les droits.

Vous avez cru que cette substitution pourrait se faire avec les éléments actuels de votre population; vous avez installé dans les régions d'Indiens des *aldeiamentos,* qui devaient former autant de colonies prospères où l'on aurait cultivé le café comme le sucre, le manioc ou le coton; dans les régions plus peuplées, vous avez cherché à associer aux travaux agricoles les métis insouciants qui habitent vos campagnes, en en faisant des *aggregados,* des *péons,* etc. Vous avez fait mieux en affranchissant d'énormes quantités de noirs, qui, par eux ou leurs descendants, forment une grande part de la population libre; et vous cherchez tous les jours à habituer les esclaves eux-mêmes à la vie sociale en les payant pour les surcroîts de travail, en leur donnant des terres à cultiver à leurs heures ou à leurs jours de repos et en leur laissant dans la pratique, avec le droit de posséder, de grandes facilités pour se libérer. Eh bien, à quoi êtes-vous arrivés? Vous vendez 5 millions de sacs de café : 4 millions et demi sont fournis par le travail servile, et le reste par des immigrants

venus d'Europe; mais, répondez, où est la part du travail libre national?

Votre population est capable d'efforts brusques; elle peut aider activement à des opérations agricoles difficiles, elle fera les transports, elle fera les échanges; mais hormis peut-être un de ses éléments, le métis Indien, elle est incapable de fournir ce travail régulier et prolongé, qui est la condition de toute production sérieuse. Il vous faut donc aller chercher ailleurs cette main-d'œuvre que l'Afrique ne vous fournit plus; devant cette nécessité reconnue, beaucoup ont pensé à remplacer l'esclavage par la pire forme de salariat qui ait jamais existé; et aujourd'hui encore, plusieurs grands producteurs de café ne comprennent pas que si le Chinois a des dangers pour des populations libres, fortes et actives, comme celles de l'Amérique du Nord, il serait mortel à ce pays, en lui apportant tous les inconvénients, toutes les misères du noir, sans en avoir les avantages.

Mais, heureusement, tous ceux qui savent voir et penser admettent déjà que le Brésil n'a qu'un moyen de faire ces couches de travailleurs libres qui lui manquent, et d'arriver, en divisant sa propriété et en augmentant son épargne, à former un peuple agrégé, riche et fort : c'est d'imiter les autres nations jeunes, qui ont grandi vite, et d'aller demander à l'Europe, non seulement ses capitaux, mais cette main-d'œuvre dont elle surabonde. Tout le monde est d'accord : il faut ouvrir les portes toutes grandes aux immigrants, et il faut même leur en faciliter l'approche. Mais comment doit-on ensuite les utiliser? Doit-on, comme on l'a déjà fait, les expédier vers les provinces du sud, pour coloniser des terres vierges, souvent mal choisies, dépourvues de voies de communication et y former des noyaux de population complètement isolés du reste du pays? Évidemment non, messieurs. Ce n'est pas le Parana, Rio-Grande ou Sainte-Catherine, c'est Minas, c'est Saint-Paul que, d'après moi, il faut coloniser; et tant que le noir esclave n'aura pas complètement disparu, l'immigrant au Brésil devra être installé dans des terres déjà cultivées. Il faut qu'il n'ait plus à se préoccuper des difficultés et des lenteurs de production qu'il ne connaît pas, et il faut que l'État n'ait plus à faire des frais coûteux et peu utiles de colonisation directe. Il faut aussi que ce colon, trouvant immédiatement des récoltes abondantes, apprenne à aimer cette terre qui les lui donne et appelle au Brésil ses parents et ses amis, pour qu'ils se mêlent comme lui intimement aux éléments de travail et d'échange qui existent déjà.

Eh bien, tout cela, la colonisation de la terre cultivée peut seul le donner, en résolvant par surcroît la nécessité pressante de la suppression du travail servile. Vous avez des provinces percées déjà de voies de communication et couvertes de plantations par le travail des noirs; appelez dans ces provinces les cultivateurs libres et distribuez-leur ces plantations que vous ne pouvez plus augmenter et que bientôt vous ne pourrez pas entretenir; et ne craignez rien, les faits sont là pour prouver que vous avez tout à y gagner. Ces faits, vous les connaissez : de grands cultivateurs de café ont su commencer ce dont l'État n'avait pas compris l'utilité, et la colonisation de la terre cultivée, en partie au moins, peut être jugée par ses œuvres.

Je ne parle pas par ouï dire : j'ai visité à Saint-Paul des villages d'immigrants, cultivateurs de café, comme j'ai jugé par moi-même, au Parana et à Rio-Grande, les essais de colonisation de la terre vierge. Je suis entré dans les maisons de ces Italiens, de ces Allemands; j'ai examiné leurs plantations de caféiers et je puis affirmer que, lorsque les fazendaires ont fait venir de véritables paysans, en leur laissant le temps de s'adapter à des opérations et à des mœurs nouvelles, ils ont obtenu d'excellents résultats.

Dans presque toutes les exploitations, chaque nouvel arrivé a reçu un lot de plusieurs milliers de pieds pour ameublir, par des sarclages, le sol intermédiaire, et pour recueillir les fruits : ces fruits verts lui étant payés 500 à 700 reis l'alqueire ou 1 fr. 50 les 60 litres, et un bon ouvrier pouvant cueillir chaque jour dix alqueires, pendant quatre mois de récolte, on se rend compte de la valeur du salaire. On donne aussi au colon plusieurs hectares de terre qu'il peut utiliser à de petites cultures de riz, de maïs, de manioc ou à divers élevages; dès qu'il est un peu habitué, on lui prête des terrains à peu près défrichés où il plantera de jeunes pieds de café, en les entourant de semis de haricots, puis de maïs, destinés à les protéger; et outre qu'on lui laisse le produit de ces cultures intermédiaires, considérable dans ces terrains neufs, on le paye environ 1 fr. 60 au bout de cinq ans, pour chaque pied bien venu; enfin, pourvu que sa plantation soit suffisamment tenue, on le laisse libre de s'employer à sa volonté, au dedans ou au dehors de la colonie; dans ces conditions, une famille qui compte trois travailleurs actifs peut facilement économiser chaque année deux *contos* de reis ou environ 5000 francs. Où trouverait-on, en Europe, une participation aux bénéfices aussi bien organisée et aussi lucrative?

Et cependant ce système n'a pas complètement réussi, parce qu'il ne traite pas encore suffisamment le colon en homme libre et, comme vous le savez, les flots d'immigrants que l'on attendait n'ont pas suivi les premiers arrivants. Gênés d'abord par des contrats dont ils ne pouvaient apprécier d'avance toutes les conditions, embarrassés plus tard pour transformer leurs économies en terres cultivées, surveillés d'une façon trop directe et privés, comme les autres étrangers, des droits de citoyen, les nouveaux venus sont restés presque tous de simples salariés, et la colonisation directe de la terre cultivée n'a pas pu produire, au point de vue social, ce qu'elle doit donner, parce qu'on n'a pas su transformer les immigrants en petits propriétaires, maîtres chez eux, pourvu qu'ils payent des dettes librement contractées. Les essais permettent seulement d'apprécier leurs résultats au point de vue de la transformation du travail agricole.

En comparant à Morro-Azul ou à Sete-Quedas les cultures confiées à des colons et à celles que les esclaves continuent à traiter, j'ai toujours vu les premières plus régulières et mieux tenues; si l'on a cru constater quelquefois l'inverse, croyez-le, messieurs, c'est que l'on a observé des colons

trop nouvellement arrivés ou mal choisis en Europe. Les immigrants intelligents, actifs et intéressés à l'être, s'adaptent vite à vos cultures, et au bout de peu d'années ils plantent mieux le caféier et surtout ils le cultivent mieux que des noirs héréditairement habitués.

En plusieurs endroits, les colons ont commencé à employer la taille, opération variable avec l'âge, l'exposition, le terrain, sans analogue avec les abrasions barbares pratiquées dans quelques exploitations d'esclaves; ils ont cherché aussi à substituer différentes machines agricoles mues par des bêtes de somme au capinage grossier fait à la main avec une *enxada* qui racle la terre sans l'ouvrir et ne la meublit pas; enfin de divers côtés, ils ont cherché à mieux défricher; et au lieu de les brûler, ils coupent et ils débitent les bois de première qualité qui remplissent vos forêts vierges.

Ces tentatives récentes, impossibles avec les noirs, sont déjà utiles; il suffira de les développer pour que vous profitiez mieux de vos ressources naturelles et, par exemple, pour que les caféiers moins agglomérés, mieux traités et mieux taillés, donnent plus longtemps une récolte annuelle abondante qui n'aura pas les vices de maturation ou les irrégularités actuelles.

En même temps que la culture deviendra plus parfaite et plus lucrative, on verra se réaliser à pas pressés d'autres progrès que des nations plus vieilles ont mis des siècles à réaliser et ces progrès, eux aussi, sont déjà commencés.

Ainsi, dans beaucoup de fazendas les trois opérations du défrichement de la culture et de la préparation sont complètement séparées. Ce sont des cabocles, sorte de paysans sans besoins, actifs à leur heure, qui pour un prix minime coupent les arbres et les brûlent; ce sont des esclaves qui plantent les caféiers et cueillent ses fruits, et ce sont des hommes libres, ou tout au moins des esclaves plus intelligents, généralement métis, qui font les opérations diverses de la préparation. Dans quelques exploitations, on a déjà divisé davantage; la plantation des caféiers est confiée à des esclaves et leur traitement à des colons nouveaux venus; ou encore on paye assez cher des cabocles pour faire, après le défrichement, les plantations nouvelles, et on ne laisse aux esclaves ou aux colons que le capinage et la cueille; mais, dans tous les cas, le même homme ne fera toute sa vie qu'un certain nombre d'opérations. De plus, chaque exploitation est dirigée en vue d'une production unique ou prédominante; cette fazenda fait du café, cette autre du sucre, du coton ou des fécules; et on peut compter celles qui s'adonnent à plusieurs cultures.

Indispensable avec des esclaves automates sans intelligence et sans initiative, cette spécialisation du travail, facile à conserver grâce aux éléments actuels de votre population, me semble préparer pour les cultivateurs futurs du Brésil des progrès irréalisables par nos paysans d'Europe que le morcellement, la variété des terres, leur cherté, leur état d'épuisement obligent à des cultures trop nombreuses et trop différentes.

De même aussi, l'ancienne installation de la fazenda, agrégation unique en son genre et véritablement puissante, sera le point de départ de petites propriétés bien agglomérées, d'un seul lambeau, où le cultivateur vivra au milieu d'un champ unique et très rapproché de l'usine de préparation du produit.

Les bâtiments des grandes exploitations actuelles, leur engenho, leurs conduites d'eau, leurs chemins prépareront facilement des centres, villages ou bourgs, pour les artisans et les petits commerçants; et au moment où, aux États-Unis, les cultivateurs de coton se laissent accaparer parce qu'ils étaient mal liés et mal outillés, à un moment où on installe en France des voies de transmission coûteuses pour fournir certaines usines de sucres ou d'alcools, à un moment où à peu près partout on perd beaucoup de temps aux échanges et au transport des matières premières agricoles, on peut déjà juger de l'importance d'un mode d'agrégation plus intime où chaque travail individuel se liera mieux à l'ensemble de la production sans rien perdre de son indépendance.

Je le sais, messieurs, tout cela, c'est l'avenir; mais cet avenir n'est pas aussi lointain que vous pourriez le croire. Vous avez déjà réalisé en partie le côté le plus important de cette transformation difficile, et si vous n'aves pas ce paysan actif qui fait la richesse de nos pays d'Europe, si vous n'avez pas su attirer ces grands courants d'immigrants qui ont créé d'autres pays plus neufs, au moins vous avez su adopter d'emblée des progrès aussi importants et peut-être plus difficiles. Tandis que des pays plus avancés conservent encore des moulins à farines, des usines, des appareils de rouissage et de tissage entièrement primitifs, par une de ces contradictions dont il a le secret, le Brésil a déjà su installer des moyens de préparation véritablement perfectionnés.

J'avoue que j'ai été surpris en visitant, après mon arrivée, divers engenhos de café; je croyais que ce produit naturel du sol demandait quelques soins faciles de triage, de décascage et de desséchement; et je trouvais dans chaque fazenda une usine presque comparable à nos minoteries bien installées d'Europe d'où sortaient chaque jour des centaines de quintaux de cafés de qualités diverses. Au lieu de ces quelques travailleurs noirs que je comptais trouver occupés à séparer ou à ventiler les grains, je voyais fonctionner sous l'impulsion de la vapeur ou de roues hydrauliques puissantes une série de machines compliquées, bien installées et bien liées, et ce café que j'avais considéré comme un produit naturel passait sous mes yeux par une série de transformations successives.

Il arrivait par charretées à l'état de fruits verdâtres, rouges, ou brunâtres, suivant les degrés de maturation. Ces fruits, formés d'un ou de deux grains enveloppés d'une pulpe épaisse, et nommés à cause de cela café en *cereja,* étaient versés dans de grands réservoirs d'eau où ils laissaient d'abord déposer les impuretés, les poussières, les débris de pierre ou de bois; puis les grains lourds et bien mûrs se séparaient peu à peu des grains trop verts ou trop secs restés à la surface. Après quelques heures, les fruits tombés au fond, c'est-à-dire la majeure partie de la cueille, étaient entraînés automatiquement par un courant d'eau, jusqu'à une machine puissante à rotation horizontale chargée de décortiquer les

pulpes par frottement, le *despolpador;* les grains isolés et lavés à nouveau étaient portés sur une aire en brique ou en béton, le *terreiro,* pour y être exposés au soleil. Une fois secs, on leur faisait traverser une nouvelle série de machines; ils passaient par le *descascador* qui détruisait la seconde enveloppe peu épaisse, dure et adhérente; puis les grains, après avoir été brassés avec les poussières et les débris du tégument par des ventilateurs puissants, chargés de les isoler, passaient dans un cylindre chauffé, horizontal et mobile, le *brunidor,* chargé de polir leur surface, et ils arrivaient enfin à des séparateurs, véritables blutoirs, chargés de trier les diverses formes et les qualités.

Les cafés plus légers ou ceux que l'on ne lavait pas subissaient un autre mode de préparation ; on les exposait au soleil enveloppés de leur pulpe, sur le terreiro, en supprimant ainsi le despolpage ; une fois desséchés, ils passaient directement à un descascador qui enlevait à la fois les deux enveloppes, puis aux ventilateurs et au séparateur, le brunideur n'étant plus utile.

A côté de ces deux grandes formes nommées, la première *cafés lavés,* la seconde *cafés de terreiro,* on constatait d'autres modifications plus difficiles à reconnaître ; diverses opérations, le lavage, le dessèchement, le triage, présentaient dans certaines exploitations des perfectionnements utiles, et il n'y avait guère d'années qui ne vissent naître un progrès de la préparation et des qualités du produit. Au milieu de ce mouvement, une seule opération était restée réfractaire à toutes les transformations et malgré bien des essais, on n'avait pas trouvé une machine capable de sécher les cinq à dix mille sacs que fournit chaque fazenda. Le café brassé et étendu au soleil, réuni en tas chaque soir, demandait plusieurs semaines et beaucoup de main-d'œuvre pour perdre incomplètement son humidité ; il suffisait d'une atmosphère défavorable, de quelques orages ou de pluies prolongées pour arrêter les manœuvres de la récolte et de la préparation, et souvent pour altérer d'énormes masses de produit. Ce n'est pas sans orgueil que je parle de cette question dont vous connaissez tous l'importance ; un savant illustre, ami du Brésil, m'avait fait l'honneur de m'en entretenir en Europe ; et quelques mois après mon arrivée, mon collaborateur de tous les jours, M. de Taunay, mon collègue M. Telles, continuaient avec des cafés verts au laboratoire de biologie de l'École polytechnique les expériences commencées avec des cafés demi-secs au Conservatoire des arts et métiers par M. G. Morin. Les recherches de laboratoire faites avec des appareils capables de sécher quelques kilogrammes ou deux ou trois hectolitres ont été suivies d'autres essais faits avec un type définitif, capable de préparer en quelques heures soixante sacs de café. Ces cafés desséchés industriellement ont été exposés dans ces salles, à une des places d'honneur ; vous avez pu les voir et les examiner et pour quiconque ne demande pas à un produit de présenter en même temps des qualités qui s'excluent, pour quiconque n'exige pas que des cafés d'expériences, difficiles à obtenir, souvent mal choisis, soient tous immédiatement supérieurs à toutes les anciennes formes, la preuve est faite et bien faite. Grâce à l'adoption de cette nouvelle machine, on peut maintenant préparer le café comme les farines ou les fécules ; on peut substituer complètement la machine à l'homme et la chaleur réglée à l'atmosphère variable. L'ouvrier devenu surveillant, au lieu d'épuiser ses muscles, fait agir seulement son cerveau, et l'on réalise une énorme économie de main-d'œuvre directe.

J'ai visité il y a quelques semaines dans le beau municipe de Valença une de ces exploitations modèles, comme il y en a encore trop peu au Brésil. Le propriétaire de la fazenda toute récente de Santa-Luiza n'a pas encore eu le temps d'installer des colons ; mais ses cultures sont bien agglomérées, son engenho est parfaitement installé ; les machines, parfaitement choisies, sont bien liées, et déjà le dessèchement est artificiel. Bientôt, avec quatre-vingts travailleurs, M. Braz-Noguera produira vingt mille arrobes ou quatre mille sacs de café ; beaucoup de fazendas anciennes qui ont trois cents esclaves n'en donnent pas davantage.

Le café préparé à la machine ne revient pas seulement moins cher, à cause de cette énorme économie de main-d'œuvre, il est, de plus, meilleur. Examinez avec soin tous les échantillons rassemblés dans ces salles ; comparez ceux qui sont fournis par des appareils primitifs, pilons, ventilateurs, séparateurs à main à tous ceux qui proviennent des engenhos ; vous le verrez, tous les cafés préparés avec la main-d'œuvre directe, même s'ils ont naturellement bonne couleur et bonne odeur, restent irréguliers de forme et d'aspect, mélangés de grains petits ou gros, arrondis ou allongés ; tandis que toutes les belles qualités, celles que l'on peut comparer aux meilleurs Java, aux meilleurs Ceylan, aux meilleurs Martinique, portent sur leurs étiquettes la mention « machine Lidgerwood ou engenhos perfectionnés ».

Il suffit de la visiter, cette exposition qui va finir, pour se rendre compte du service rendu au Brésil par tous ceux qui vous ont donné ces appareils perfectionnés. On parle beaucoup, et avec raison, d'industrie nationale. Eh bien, messieurs, la voilà, l'industrie vraiment nationale, celle qui s'adapte à votre sol, à votre flore, à vos cultures, celle par laquelle vous serez forts et riches sans moyens factices, sans droits protecteurs, sans imitation coûteuse de productions qui souvent ont peu d'importance et d'avenir.

Vous devez aux Hallier, aux Lidgerwood, aux Taunay-Telles d'avoir pu doubler, tripler peut-être votre production de café depuis la suspension des arrivages de la main-d'œuvre noire ; vous leur devez encore d'avoir transformé une préparation qui était d'abord très mauvaise et qui égale aujourd'hui toutes les autres ; vous leur devrez surtout de faire, si vous le voulez, sans trop de difficultés votre transformation du travail ; mais il faut pour cela que vous les y aidiez. On peut comprendre que vous n'ayez pas su attirer un courant d'immigration qui vous permettrait de substituer l'homme libre à l'esclave ; mais vous n'êtes plus excusables quand vous refusez de remplacer à peu de frais des pilons, des ventilateurs primitifs par des appareils plus parfaits, qui sont partout en vente et qui ont déjà fait leurs preuves. La machine, elle aussi, vous permet de supprimer ou de diminuer

ce travail servile trop cher et mauvais; et puisque vous le pouvez facilement, c'est par elle que vous devez commencer à résoudre la crise.

Au lieu d'acheter très cher des esclaves qui vous échapperont demain, installez un engenho avec lequel vous préparerez mieux et plus vite, et employez ce qui restera de noirs à continuer les cultures en attendant les colons.

Au lieu de vous plaindre de la cherté des impôts et des transports, faites des qualités plus régulières que vous transformerez en marques toujours semblables; et ces marques nouvelles, exportez-les vous-mêmes sur le marché de vente sans intermédiaires et sans frais inutiles.

Ne craignez pas d'aller en avant.

Vos exploitations immobilisent aujourd'hui sans profit des sommes énormes en achat d'esclaves, en chemins, en travaux de culture et de défrichement, et vous seriez beaucoup plus riches si vous pouviez réaliser vos terres et conserver seulement un engenho.

Eh bien, ces terres sans valeur aujourd'hui, consentez à les vendre; transformez les immigrants qui arrivent en petits propriétaires, distribuez-leur vos cultures déjà prêtes et laissez-les plus tard se partager toutes vos forêts vierges; ainsi vous profiterez longtemps de leur travail, de leur épargne qui s'accumulera dans vos mains; et votre engenho, entourée de cultivateurs actifs, rapportera plus que la fazenda actuelle.

Alors le propriétaire d'esclaves, devenu capitaliste et industriel, sera tout surpris d'être plus riche avec moins de terre et d'avoir plus d'influence tout en étant moins maître; une transformation qui a été funeste à bien d'autres seigneurs féodaux se sera terminée, pour le plus grand profit des fazendaires du Brésil, parce qu'ils auront su ne pas résister à une évolution nécessaire.

Quant à nous, messieurs, à nous étrangers qui aimons ce pays où nous vivons, où nous luttons, et qui jugeons quelquefois mieux parce que nous pouvons comparer, nous suivons avec un vif intérêt cette transformation que vous avez si rapidement commencée; nous encourageons, nous applaudissons vos efforts, heureux quand nous sommes appelés à y coopérer. Pour mon compte, je suis fier d'avoir eu l'honneur d'apporter aujourd'hui à votre œuvre une faible part de travail intellectuel; je remercie MM. les membres du club commercial de leur demande si flatteuse, comme je vous remercie, mesdames et messieurs, de votre bienveillante attention.

Louis Couty.

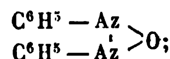
CHIMIE

Programme d'un cours sur les matières colorantes (1).

Parmi les couleurs dérivées de la benzine et de la naphtaline, il nous reste encore à parler d'un groupe de produits qui est devenu très important depuis quelques années, le groupe azoïque.

En dissolvant la nitrobenzine dans 10 fois son volume d'alcool concentré, et ajoutant même poids de potasse caustique sèche, le mélange s'échauffe violemment; on adapte un bouchon et un serpentin et on laisse bouillir, on dispose ensuite sous le ballon ou la cornue un bain-marie et on distille jusqu'à ce qu'il se forme deux couches. La couche inférieure est surtout une solution aqueuse d'acétate et d'oxalate de potasse; la couche supérieure est décantée et lavée à l'eau; on exprime les cristaux et on fait cristalliser dans l'alcool, en décolorant au noir ou au moyen de quelques bulles de chlore dans la liqueur alcoolique.

Ces cristaux ont pour formule $C^{12}H^{10}Az^{2}O$, ou

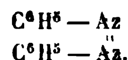


c'est de l'azoxybenzide.

Ce corps fond à 38° et se dissout facilement dans l'alcool et l'éther. L'acide azotique le transforme en dérivés nitrés. Distillé, il perd de l'oxygène et donne de l'azobenzide.

L'azobenzide s'obtient aussi en réduisant la nitrobenzine par 3 parties de fer et 1 partie d'acide acétique, ou par la poudre de zinc en présence de potasse alcoolique; on enlève l'aniline, formée en même temps, par un peu d'acide chlorhydrique et on fait cristalliser dans l'alcool.

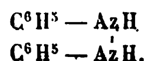
L'azobenzide a pour formule $C^{12}H^{10}Az^{2}$, ou



Il fond à 65°. L'acide sulfurique le transforme en un acide sulfoconjugué; les agents oxydants donnent l'azoxybenzide. Le brome donne des dérivés à la fois de substitution et d'addition.

Les agents réducteurs neutres ou alcalins le transforment en hydroazobenzols, le meilleur réactif est le sulfhydrate d'ammoniaque alcoolique.

Il a pour formule $C^{12}H^{12}Az^{2}$ ou



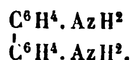
Il cristallise en tables fusibles à 131°. Il est très soluble dans l'alcool et l'éther. Distillé avec de l'amalgame de sodium et de l'alcool, il donne de l'aniline. La distillation sèche le scinde assez nettement en azobenzide et aniline.

$$2\,C^{12}H^{12}Az^{2} = C^{12}H^{10}Az^{2} + 2\,C^{6}H^{7}Az.$$



(1) Voy. la *Revue scientifique* des 4 et 25 mars 1882, p. 269 et 368.

Les acides le transforment en un isomère, la benzidine, qui est le dérivé diamidé du diphényle; la soudure se fait entre les noyaux phéniliques au lieu d'être entre les atomes d'azote. La benzidine a pour formule



$$\begin{array}{l} C^6H^4.AzH^2 \\ | \\ C^6H^4.AzH^2. \end{array}$$

On obtient également des dérivés substitués de l'azobenzide, soit en partant du toluène nitré, soit en traitant de la même manière les nitrophénols, les acides nitrobenzoïques, les acides nitrophénylsulfureux. Tous ces corps se comportent de même. Toutefois quand on est parti de dérivés paranitrés, la transformation du dérivé hydrazoïque en benzidine substituée ne se fait plus, puisque l'échange de la soudure se fait précisément entre les azotes et la place para du noyau vis-à-vis de ces azotes ; cette place étant occupée par une substitution, l'échange ne peut avoir lieu.

La naphtaline donne également des dérivés azoïques comparables à ceux de la benzine. Tous ces corps ont un double atome d'azote flanqué de chaque côté d'un noyau phénylique substitué ou non. Il y a deux noyaux pour deux atomes d'azote ; ce sont les corps azoïques.

On connait toute une série de composés ne renfermant qu'un seul de ces noyaux, l'azote vacant étant saturé par un radical non aromatique ou minéral ; on les appelle en conséquence diazoïques, puisqu'ils renferment deux atomes d'azote pour un noyau phénylique. Griess a découvert ces produits en faisant agir l'acide azoteux sur l'aniline ou les dérivés amidés.



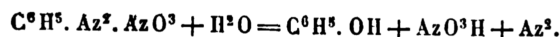
$$C^6H^5.AzH^2 + AzO.AzO^3 = H^2O + C^6H^5.Az{=}Az\text{-}AzO^3.$$

On dissout 10 parties de nitrite de soude dans 60 parties d'eau, et on refroidit la capsule dans la glace, après avoir ajouté un très faible excès d'acide azotique afin de saturer l'alcali ; on introduit des morceaux de glace dans le liquide ; puis on y verse par petites portions une solution de 13 parties d'aniline dans 70 parties d'eau et 36 parties d'acide azotique pur à 36° Baumé. Quand une goutte du liquide avec une goutte de soude au centième ne donne plus d'aniline, on ajoute 3 volumes d'alcool, puis de l'éther qui précipite le nitrate de diazobenzol. Il vaut mieux faire cette précipitation sur quelques centimètres cubes dans un tube à essais et garder le reste du liquide pour d'autres expériences.

Toutes les amines primaires de la série aromatique donnent des dérivés diazoïques.

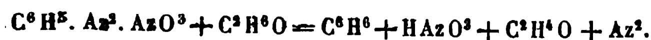
Les dérivés diazoïques, secs, sont détonants ; à l'état humide, on peut les manier presque sans danger, surtout en présence des acides.

On chauffera dans un tube à essais un centimètre cube du sel de diazobenzol avec 3 à 4 centimètres cubes d'eau, et on montrera l'azote qui se dégage :



$$C^6H^5.Az^2.AzO^3 + H^2O = C^6H^5.OH + AzO^3H + Az^2.$$

Chauffés avec l'alcool, ils donnent de la benzine, de l'aldéhyde et de l'azote.



$$C^6H^5.Az^2.AzO^3 + C^2H^6O = C^6H^6 + HAzO^3 + C^2H^4O + Az^2.$$

Enfin chauffés avec un acide, ils perdent l'azote, et les deux résidus séparés par l'azote se soudent ensemble, en donnant des dérivés substitués du carbure.



$$C^6H^5.Az^2.Cl = Az^2 + C^6H^5Cl.$$

Ajoutons que cette réduction n'est absolument nette qu'avec les acides chlorhydrique et bromhydrique; avec les autres on observe des réactions secondaires, variables suivant la concentration de l'acide.

Les amines aromatiques primaires donnent des sels de dérivés diazoïques; ainsi l'amidonaphtaline, l'amidobenzonitrile, l'amidoanisol, donnent les sels de diazonaphtaline, diazobenzonitrile, diazoanisol. Mais les amines primaires renfermant, soit un second groupe AzH^2, soit un oxhydryle OH, donnent des dérivés diazoïques dont les sels n'existent qu'en présence d'un grand excès d'acide; en présence de l'eau, ils donnent l'anhydride correspondant.

La paraphénylène-diamine donne ainsi le corps	$C^6H^4 < \begin{array}{l} AzH \\ \vert \\ Az^2 \end{array}$
L'amidophénol	$C^6H^4 < \begin{array}{l} O \\ \vert \\ Az^2 \end{array}$
L'acide amidobenzoïque	$C^6H^4 < \begin{array}{l} CO \\ \vert \\ Az^2 \end{array}$
L'acide sulfanilique	$C^6H^4 < \begin{array}{l} SO^3 \\ \vert \\ Az^2 \end{array}$
L'acide picramique	$C^6H^2(AzO^2) < \begin{array}{l} O \\ \vert \\ Az^2 \end{array}$

Tous ces corps sont amorphes, mais susceptibles de cristalliser dans des conditions déterminées.

L'acide diazophénylsulfureux est un peu soluble dans l'eau ; mais les diazophénols et les acides diazoïques sont à peu près complètement insolubles ; on peut donc les montrer facilement dans un cours, en mélangeant le sel du dérivé amidé avec du nitrite de soude en solution, ajoutant de la glace et décomposant par l'acide chlorhydrique ; il se forme un précipité jaune qui est le produit diazoïque.

Les dérivés diazoïques sont susceptibles de se combiner aux amines primaires et même secondaires, en donnant des composés où le groupe diazoïque remplace un atome d'hydrogène amidé. Le type de ces corps est le diazoamidobenzol, $C^6H^5.Az{=}Az\text{-}AzH.C^6H^5$, fusible à 91° et détonant vers 200°. Il n'est pas salifiable et ne se dissout pas dans les acides. On l'obtient en versant 500 parties d'eau avec 18 parties de nitrite de soude, dans la solution refroidie de 100 parties de chlorhydrate d'aniline dans 1000 parties d'eau.

Traité par l'acide azoteux, il donne le diazobenzol; mais son caractère le plus remarquable est d'éprouver spontanément, et mieux encore sous l'influence des alcalis, une transposition moléculaire qui le transforme en dérivé amidé de l'azobenzide :



$$C^6H^5.Az{=}Az\text{-}AzH.C^6H^5 = C^6H^5.Az{=}Az\text{-}C^6H^4.AzH^2$$

et on obtient ainsi l'amidoazobenzol, identique avec le produit de réduction du nitroazobenzide, préparé en nitrant l'azobenzide.

Cette transformation est générale, à condition toutefois que la place para, vis-à-vis du groupe AzH^2 dans le noyau

phénylique amidé qui se fixe sur le composé azoïque, soit vacante, car c'est par cette position que se fait la nouvelle soudure, de même que lorsque l'hydrazobenzol se transforme en benzidine. Ainsi le diazoamidotoluène ortho se transforme, le para ne se transforme pas.

Les dérivés amidoazoïques, renfermant deux noyaux aromatiques pareils, comme dans le cas de l'amidoazobenzol, ou pareillement substitués, comme l'amidoazotoluène ortho, qui renferme deux groupements dérivés de l'orthotoluidine, s'obtiennent en traitant l'amine primaire par une quantité d'acide azoteux moitié moindre que celle qui donnerait le corps diazoïque, puis alcalinisant le produit. Ainsi l'amidoazobenzol se prépare facilement par le procédé suivant.

L'aniline, aussi pure que possible (aniline pour bleu ou pour noir), est dissoute dans 5 parties d'eau et 2 parties d'acide chlorhydrique, ou mieux 1 partie d'acide chlorhydrique et 1 partie et demie d'acide acétique à 8° Baumé; on refroidit la solution avec de la glace ou de l'eau fraîche, et on y verse pour 10 parties d'aniline, 4 parties de nitrite de soude pur à 95 pour 100 dissous dans 15 parties d'eau; on purifie le dépôt jaune en le chauffant à 40° ou 50°, le recueillant après quelque temps sur un filtre, et le lavant à l'eau.

On l'obtient aussi en oxydant l'aniline par certains agents, comme le stannate de soude.

L'amidoazobenzol est salifiable et fonctionne comme amine primaire, aussi peut-on en faire dériver des produits substitués et un dérivé diazoïque. Il se dissout légèrement dans l'eau, en le colorant en jaune; ses sels traités par un acide même en léger excès se colorent en rouge ponceau; l'eau ramène la couleur jaune. Il teint la soie et la laine directement en jaune paille.

Chauffé avec de l'aniline, il donne de l'ammoniaque et de la violaniline :



$$C^{12}H^{11}Az^3 + AzH^2.C^6H^5 = AzH^3 + C^{18}H^{15}Az^3.$$

Mais cette transformation n'a lieu que si l'on opère en présence d'acide chlorhydrique; soit que l'on emploie le chlorhydrate d'aniline et l'amidoazobenzol, soit le chlorhydrate de ce dernier et l'aniline. Le mieux est de chauffer au-dessous de 120° dans un tube à essais un décigramme de chlorhydrate d'amidoazobenzol avec quelques gouttes d'aniline et une parcelle de chlorhydrate d'aniline ; on ajoute de l'alcool et on fait voir que celui-ci dissout un produit violet noir. En chauffant plus fort, l'alcool se colorerait en bleu, par suite de la formation de bleu de triphénylène-diamine.

Avec le diazobenzol et le métaphénylène-diamine on obtient la chrysoïdine, matière colorante employée pour le coton, c'est le diamidoazobenzol.

En traitant la métaphénylène-diamine, comme l'aniline, par l'acide azoteux, on prépare le brun de phénylène-diamine ou triamidoazobenzol.

L'orthotoluidine donne avec l'acide azoteux l'orthoamidoazotoluène $C^{14}H^{15}Az^3$.

En chauffant ce corps avec de l'acide arsénique et de l'orthotoluidine, on a la safranine, produit rouge ponceau de toute beauté. La safranine a pour formule $C^{21}H^{20}Az^4$ et donne des sels assez stables; son caractère principal est de virer au bleu par l'action d'un acide concentré.

On lui rattache la mauvéine, $C^{27}H^{24}Az^4$, qui serait son dérivé phénylé. La mauvéine, qui a été le premier produit colorant dérivé de l'aniline et appliqué en industrie, se prépare en ajoutant du chlorure de chaux ou du bichromate de potasse à une solution acide d'aniline lourde (mélange brut d'aniline et de toluidine). Le liquide se colore en violet, puis en noir, et peut servir à teindre de la soie ou de la laine en violet. On ne peut guère la dissoudre que dans l'alcool. Ses sels sont monoacides; leur solution est violette et vire au bleu par les acides très concentrés.

Le diazobenzol et la diphénylamine donnent le phénylamidoazobenzol, $C^6H^5 — Az = Az — C^6H^4 — AzHC^6H^5$, ou $C^{18}H^{15}Az^3$, isomère de la violaniline.

L'acide diazophénylsulfureux et la diphénylamine donnent l'orangé 4.

De même, le diazobenzol et la diméthylaniline donnent le diméthylamidoazobenzol, $C^6H^5Az^2 — C^6H^4 — Az(CH^3)^2$ qui, à l'état sulfoconjugué, constitue l'hélianthine ou orangé 3; avec la méthyldiphénylamine, on a le méthylphénylamidoazobenzol $C^6H^5.Az^2.C^6H^4.Az(CH^3)(C^6H^5)$.

Les dérivés diazoïques peuvent, de la même manière, fixer les phénols. Ainsi le diazobenzol et le phénol donnent l'oxyazobenzol, identique avec le produit de la fusion à la potasse de l'acide azobenzide sulfureux. La résorcine donne le dioxyazobenzol, sous deux formes isomériques; ce fait n'est pas prévu par la théorie, la résorcine étant classée parmi les dérivés méta ne devrait donner qu'un dérivé para par rapport à un des hydroxyles; le dérivé ortho, la pyrocatéchine ne doit en donner qu'un non plus; le para, l'hydroquinone, ne devrait pas en donner du tout. Quoi qu'il en soit, M. Typke a obtenu les deux isomères en mélangeant des solutions de résorcine et de nitrate de diazobenzol; il s'est déposé, au bout d'un moment, un beau précipité rouge, que l'on traite par l'alcool froid. L'isomère le plus soluble, qui constitue la plus grande partie du mélange, fond à 161°; l'autre, dissous dans l'alcool chaud et abandonné à la cristallisation, fond à 215°.

L'orcine donne de même le dioxyazophényltoluène

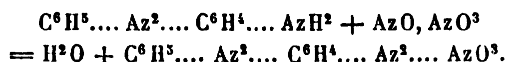


$$C^6H^5.Az^2.C^7H^5(OH)^2.$$

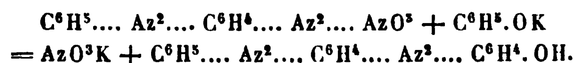
Les naphtols se combinent au diazobenzol et à l'acide diazophénylsulfureux; ces derniers produits constituent pour l'α-naphtol l'orangé 1 de Poirrier; et pour le β-naphtol l'orangé 2. Pour préparer ce dernier, on ajoute lentement à la solution de diazobenzol préparée plus haut une solution alcaline de 20 parties de naphtol, en agitant bien; on vérifie s'il y a une quantité suffisante d'alcali au papier de tournesol, en le lavant de suite à l'eau distillée pour éliminer la couleur et juger de sa nuance réelle, ou plus simplement en ajoutant un peu de soude jusqu'à ce que l'on observe un vif dégagement de gaz (azote); on précipite de suite par un acide; on redissout un peu de précipité lavé, dans de l'ammoniaque, on étend d'eau et on teint un écheveau de soie en bain d'acétate de soude acidulé par l'acide acétique ou tartrique. Le β-naphtol donne un orangé, l'α-naphtol un jaune d'or brillant.

L'oxyazobenzide a été obtenu par Griess en faisant bouillir la solution de nitrate de diazobenzol avec du carbonate de baryte; il se forme d'abord du phénol qui se combine au diazobenzol restant. On observe aussi la formation d'un autre corps, résultant de la fixation du diazobenzol sur l'oxyazobenzol formé, et qui a pour formule $C^{18}H^{14}Az^{4}O$, ou bien $C^6H^5 = Az^2 = C^6H^4 = Az^2 = C^6H^4.OH$.

On obtient le même produit en fixant le phénol sur le diazoazobenzol, préparé par l'acide azoteux et l'amidoazobenzol :



$$C^6H^5 \ldots Az^2 \ldots C^6H^4 \ldots AzH^2 + AzO, AzO^3$$
$$= H^2O + C^6H^5 \ldots Az^2 \ldots C^6H^4 \ldots Az^2 \ldots AzO^3.$$



$$C^6H^5 \ldots Az^2 \ldots C^6H^4 \ldots Az^2 \ldots AzO^3 + C^6H^5.OK$$
$$= AzO^3K + C^6H^5 \ldots Az^2 \ldots C^6H^4 \ldots Az^2 \ldots C^6H^4.OH.$$

Le diazoazobenzol et le β-naphtol sulfoconjugués donnent un beau ponceau, appelé rouge de Biebrich.

A propos des dérivés oxyazoïques, on a émis l'hypothèse qu'ils se formaient par un mécanisme analogue à celui de l'amidoazobenzol, et que le diazobenzol et le phénol, par exemple, avant de donner l'oxyazobenzol, donnaient un corps $C^6H^5.Az^2.O.C^6H^5$, diazooxybenzol, analogue au diazoamidobenzol; on en conclut que les éthers des phénols ne sauraient se combiner au diazobenzol. Cette opinion me semble fausse : d'abord il n'est pas dit que le diazoamidobenzol doive se former inévitablement avant l'amidoazobenzol; en liqueur acide, il se forme toujours, et sa transformation spontanée tient sans doute à une question de chaleur dégagée; mais en liqueur alcaline ou acétique, il se forme de l'amidoazobenzol; en outre, la méthyldiphénylamine se combine parfaitement, en liqueur alcoolique et alcaline, au diazobenzol et à l'acide diazophénylsulfureux, en donnant un superbe jaune d'or très voisin de celui que donne la diphénylamine; enfin, pour réfuter complètement cette hypothèse, j'ajouterai que l'anisol et la diméthylrésorcine, entre mes mains, se sont combinés au diazobenzol et au diazodinitrophénol, et que j'ai teint de la soie avec le produit; il faut donc ranger l'hypothèse du diazoxyphénol, que l'on n'a d'ailleurs jamais pu obtenir, au nombre des conceptions théoriques erronées.

La roccelline, ou rouge grenat remplaçant l'orseille, se prépare avec la diazonaphtaline et le β-naphtol. On broie 2 gr. 5 de chlorhydrate de naphtylamine dans 10 centimètres cubes d'eau, et on ajoute 1 gramme de nitrite de soude, puis quelques gouttes d'acide chlorhydrique; on verse une solution de 2 grammes de β-naphtol dans la soude; il se développe aussitôt une belle couleur groseille, et on teint directement de la soie dans un bain d'acétate de soude en présence d'acide acétique.

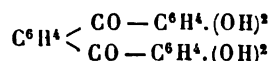
Si l'on a de la xylidine, on peut compléter la gamme azoïque en préparant le diazoxylène, sur lequel on fera réagir l'acide β-naphtolsulfureux : on aura de la sorte un superbe ponceau qu'il faut appliquer sur laine.

La naphtylamine, traitée par une quantité insuffisante d'acide azoteux, donne l'amidoazonaphtaline comparable à l'amidoazobenzol, $C^{20}H^{15}Az^3$, ou $C^{10}H^7 - Az^2 - C^{10}H^6.AzH^2$, autrefois appelée azodinaphtyldiamine. On la prépare en mélangeant à froid une solution de 15 grammes de chlorhydrate de naphtylamine avec 6 grammes de nitrite de soude pur, puis en ajoutant de la potasse; il se dépose aussitôt un corps rouge brique, soluble dans l'alcool, qui est l'amidoazonaphtaline. Ce corps, séché et chauffé avec son poids de naphtylamine et autant d'acide acétique cristallisable vers 150°, donne l'homologue de la violaniline, la rosanaphtylamine $C^{30}H^{21}Az^3$, ou rose de Magdala. Il faut arrêter l'opération dès que les bords de la masse, dans le ballon ou le tube à essais, se colorent en violet; on dissout dans 500 parties d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, on filtre, on sature par le carbonate de soude et on ajoute un excès de sel marin ; le chlorhydrate de rosanaphtylamine se précipite ; on le redissout dans l'alcool bouillant. On en jette quelques gouttes dans une capsule et on teint de la soie en nuance très claire; on a de la sorte un rose léger avec dichroïsme jaune; cette solution est magnifiquement fluorescente, rouge violacé avec reflets rouge feu, que l'on fait voir comme celle de la fluorescéine.

Pour terminer l'étude des couleurs d'aniline, mentionnons encore le noir.

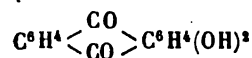
Ce produit est trop difficile à préparer sous les yeux des élèves, aussi ne peut-on guère que montrer des échantillons teints ou imprimés, faciles à trouver parmi les dessins de cretonne que fournit le commerce.

Dans l'action de l'anhydride phtalique sur la pyrocatéchine, il se forme, outre la phtaléine isomérique avec la fluorescéine



$$C^6H^4 \begin{matrix} < CO - C^6H^4.(OH)^2 \\ < CO - C^6H^4.(OH)^2 \end{matrix}$$

un produit formé par des molécules égales des deux corps,



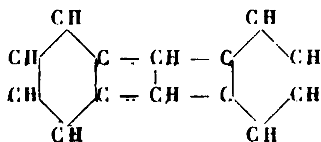
$$C^6H^4 \begin{matrix} CO \\ <\;\;\;> \\ CO \end{matrix} C^6H^4(OH)^2$$

que l'on appelle la quinizarine, et qui dérive de l'anthracène.

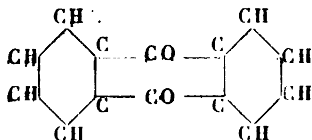
L'anthracène se trouve dans les goudrons de houilles et se retire par la distillation des huiles lourdes et du brai. On obtient de la sorte des huiles épaisses, ou plutôt des sortes de graisses grenues, connues sous le nom de graisses vertes. On les chauffe afin d'enlever l'eau, puis on les abandonne au frais; on décante le liquide et on exprime la parti restante au filtre-presse ou sous une presse hydraulique; on obtient alors des gâteaux renfermant 60 pour 100 d'anthracène pur, qu'on lave au pétrole ou à la ligroïne, enfin qu'on sèche à l'essoreuse. Alors le produit renferme 95 pour 100 d'anthracène et peut être traité. On le purifie complètement par la distillation à la vapeur d'eau surchauffée. L'anthracène $C^{14}H^{10}$ fond à 213° et bout vers 360°. Il cristallise en lamelles blanches, douées d'une magnifique fluorescence bleue. Il est à peine soluble dans l'alcool, l'éther, le pétrole, et se dissout un peu dans la benzine, surtout à chaud. Il se combine à l'acide picrique en donnant de superbes cristaux rouge rubis.

Il donne avec le chlore et le brome des dérivés chlorés et bromés d'addition et de substitution, parmi lesquels le dichlorure d'anthracène $C^{14}H^{10}Cl^2$, donnant avec la potasse l'anthracène monochloré $C^{14}H^9Cl$; l'anthracène dibromé $C^{14}H^8Br^2$ et son tétrabromure $C^{14}H^8Br^2,Br^4$, le tribromanthracène et le tétrabromanthracène.

On donne à l'anthracène la formule de constitution



Par oxydation, on remplace les groupes CH intermédiaires par des groupes CO et on a l'anthraquinone.



L'anthracène est dissous dans l'acide acétique cristallisable à l'ébullition et on ajoute 15 parties d'acide chromique dissous dans l'acide acétique étendu de son volume d'eau. En précipitant par l'eau, l'anthraquinone se dépose. L'industrie emploie comme oxydant le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, l'opération dure douze heures.

L'anthraquinone constitue une masse jaune, cristalline, fusible à 273°. Elle donne des dérivés substitués nombreux.

L'un des dérivés bihydroxylés, ou dioxyanthraquinones, est l'alizarine, l'un des principes tinctoriaux de la garance; parmi les trioxyanthraquinones nous citerons la purpurine, qui se trouve dans la garance, l'isopurpurine et la flavopurpurine, matières colorantes obtenues artificiellement.

Les anthraquinones binitrée et bibromée, fondues avec la potasse, donnent l'alizarine.

Les acides sulfoconjugués de l'anthraquinone sont seuls employés dans l'industrie allemande pour faire les dérivés hydroxylés, par fusion avec la potasse. Mais, tandis que pour les phénols on remplace intégralement le groupe SO^3H par l'oxhydryle, l'acide anthraquinone monosulfureux fournit l'alizarine, les acides anthraquinone disulfureux donnent les purpurines; et on ajoute à la potasse un agent oxydant en petite quantité, afin de détruire l'action réductrice du sulfite de soude formé. Le procédé de fabrication des acides anthraquinone sulfureux n'est pas praticable dans les laboratoires; on les sépare d'après la solubilité différente des sels de sodium. Il se forme un acide monosulfureux qui donne l'alizarine, et deux acides disulfureux correspondant à l'isopurpurine et à la flavopurpurine.

Les sels de soude des acides sulfoconjugués sont fondus séparément avec la potasse additionnée d'un peu de chlorate de potasse. Comme ces acides ne se trouvent pas dans le commerce et que la fusion en est très difficile, on simule cette préparation. Au fond d'une capsule d'argent, on dispose très peu d'alizarine sèche, puis quelques fragments de potasse caustique; on fait fondre sur un bec de gaz; la potasse, en fondant, dissout l'alizarine et se colore en bleue ; on arrête alors l'opération.

L'alizarine peut se sublimer ; elle fond vers 215° et est à peine soluble dans l'alcool et l'éther bouillants. Le corps extrait de la garance et celui qui se prépare artificiellement offrent les mêmes caractères et les mêmes propriétés tinctoriales. Elle teint les mordants de fer en noir ou en violet, suivant la concentration, ceux d'alumine en rouge sale ou rose, ceux de fer et alumine en puce ou grenat. Elle constitue la plus grande partie de l'alizarine pour violet de la *Badische Anilin-Soda Fabrik*.

La purpurine peut se préparer en oxydant l'alizarine à l'acide arsénique ou au peroxyde de manganèse; elle s'extrait ordinairement de la garance et peut se purifier par cristallisation dans une solution d'alun, à laquelle elle communique une couleur rose avec une superbe fluorescence jaune ; elle donne des rouges et roses magnifiques avec les mordants d'alumine.

L'isopurpurine donne sur les étoffes mordancées avec l'alumine des rouges et roses presque aussi beaux que la purpurine ; les mordants de fer donnent des noirs et violets sales ; on la trouve dans le commerce sous les marques d'alizarine S ou GD.

La flavopurpurine, alizarine RG, donne des rouges moins vifs et plus jaunes que l'isopurpurine.

La teinture du coton à l'aide de ces produits peut se faire dans un cours, à la condition de posséder ces bandes mordancées qui servent dans les établissements de teinture et d'impression à essayer la garance ou les pâtes d'alizarine. Le tissu de coton porte cinq bandes se répétant quatre fois sur la largeur; les deux premières sont légèrement rosées et sont formées d'acétate d'alumine à deux degrés de concentration, avec une trace de cochenille pour permettre de les distinguer sur l'étoffe; les deux suivantes, grisâtres, sont formées de pyrolignite de fer; enfin la cinquième est un mélange d'acétate de fer et d'alumine. On prend une longueur d'étoffe de 10 centimètres environ; généralement le fabricant détermine cette longueur, toujours identique pour les évaluations de couleur, en apposant sa marque de fabrique sur le bord du tissu, à des intervalles réguliers qui délimitent la prise d'essai. Le morceau ainsi obtenu sera déchiré en deux parties, comprenant chacune dix bandes mordancées.

Le bain de teinture se compose d'un quart de litre d'eau, de 1 gramme de pâte d'alizarine à 10 pour 100, et de 0gr,1 de craie, dans un bocal d'un demi-litre chauffé au bain-marie. La teinture doit durer une heure et demie en montant peu à peu jusqu'à 100°. Ensuite on lave les échantillons et on les passe une demi-heure dans un bain à 50° composé de 10 grammes de savon blanc de Marseille dans un litre d'eau ; on les avive 20 minutes à 65° dans le nitromuriate d'étain préparé avec 8 litres d'eau et 45 centimètres cubes de solution au dixième de nitromuriate; enfin on rince et on termine par un bain de savon de même composition que le

premier, mais bouillant, pendant une demi-heure. On rince bien et on laisse sécher.

Dans le cas où l'on n'aurait pas de nitromuriate, voici comment on le prépare : dans une capsule, on met 20 grammes de sel d'étain, chlorure stanneux, et on y verse lentement et par petites portions 25 grammes d'acide azotique à 34° Baumé ; quand le mélange s'épaissit, et qu'il ne se dégage plus de vapeurs nitreuses, on ajoute d'un coup le restant de l'acide et on remue bien ; on laisse refroidir et on conserve le liquide épais. Pour s'en servir, on en mêle 1 partie avec 9 parties d'eau.

Étant alors en possession d'échantillons bien teints et avivés, on peut montrer au cours la teinture en garance de la manière suivante : on prépare le bain comme il est dit, et de telle sorte que la teinture soit finie au moment du cours ; on fait voir l'étoffe blanche et en même temps le morceau teint. Celui-ci est alors rincé dans l'eau et entre dans un bain de savon chauffé vers 50°, qui renferme à l'avance un morceau pareil, mais dépouillé et avivé ; l'eau de savon ne lui enlève alors plus rien. Dès que le calicot teint est plongé dans le savon, l'alizarine en excès se dissout dans le bain et le colore en violet ; on remue un moment, puis on retire l'échantillon avivé d'avance ; les élèves se font ainsi une idée suffisante du rôle des mordants sur les couleurs, et de l'effet des laques qui se forment dans le tissu.

Un autre morceau sec du coton teint est fixé par une épingle à un bouchon et plongé dans un bocal rempli de vapeurs nitreuses ; après quelques minutes, on montre que la bande rouge est devenue orange ; il s'est formé de la nitroalizarine.

La nitroalizarine, chauffée avec la glycérine et l'acide sulfurique, donne le bleu d'alizarine.

La teinture avec ces deux produits s'opère exactement comme avec l'alizarine, sauf que le bain se monte avec 0gr,8 de pâte de nitroalizarine et 1 gramme de pâte de bleu pour 2 grammes d'acétate de soude et un quart de litre d'eau.

Parmi les dérivés de l'anthracène, on peut encore mentionner l'hexaoxyanthraquinone, ou acide rufigallique, $C^{14}H^8,O^8$, anhydride de l'acide gallique et qui se prépare en mélangeant 1 partie d'acide gallique avec 5 parties d'acide sulfurique concentré, puis chauffant doucement jusqu'à 140°. Quand il commence à se dégager de l'acide sulfureux, on laisse refroidir et on verse goutte à goutte dans l'eau froide ; le précipité est recueilli sur un filtre et constitue l'acide rufigallique. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ; l'acide sulfurique le dissout et le colore en rouge ; la potasse étendue en violet, l'ammoniaque en rouge, et elle brunit à l'air ; il donne avec l'eau de baryte une masse insoluble bleu indigo.

Parmi les différentes matières colorantes que nous venons de passer en revue, les dérivés nitrés, le groupe azoïque et la série de l'anthracène sont les seuls dont nous connaissions à peu près la constitution. Il y a quelques années, MM. E. et O. Fischer ont réussi à faire la synthèse de la leucaniline, dérivée par réduction de la rosaniline et ont émis quelques hypothèses sur la formule rationnelle de quelques-uns des composés que nous avons décrits. Cette théorie prête beaucoup à la critique ; mais, comme elle est commode pour l'enseignement, je la donne ici sous toutes réserves.

Nous avons vu qu'en faisant agir le chloroforme sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium, il se formait du triphénylméthane : $CH.Cl^3 + 3C^6H^6 = 3HCl + CH(C^6H^5)^3$.

Le triphénylméthane nitré donne le trinitrotriphénylméthane, qui par réduction donne le triamidotriphénylméthane, $CH(C^6H^4AzH^2)^3$, autrement dit la paraleucaniline ; celui-ci, par oxydation, donne la pararosaniline $C(OH)(C^6H^4AzH^2)^3$.

Un homologue du triphénylméthane, le diphénylorthocrésylméthane, donne de même le triamidodiphénylorthocrésylméthane, qui est la leucaniline, dont dériverait la rosaniline ordinaire.

En traitant la pararosaniline par l'acide azoteux, on a son dérivé diazoïque, qui, bouilli avec de l'eau, donne le phénol correspondant, l'aurine : $C.OH(C^6H^4OH)^3$.

L'acide rosolique correspond à la rosaniline.

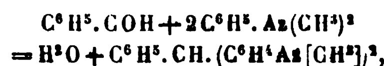
Enfin les phtaléines ont une constitution analogue ; ainsi celle du phénol est un acide diphénolméthanebenzoïque ;



$$(C^6H^4.OH)^2\,C(OH)\,(C^6H^4.CO^2H)$$

ou plutôt son anhydride-éther $(C^6H^4OH)^2.\,\underbrace{C.C^6H^4.CO}_{O}$

En faisant réagir l'aldéhyde benzoïque sur la diméthylaniline en présence de chlorure de zinc, on remplace l'oxygène par deux résidus phényliques amidés, et la masse renferme le tétraméthyldiamidotriphénylméthane :



$$C^6H^5.COH + 2C^6H^5.Az(CH^3)^2 = H^2O + C^6H^5.CH.(C^6H^4Az[CH^3]^2)^2,$$

qui, par oxydation, donne le vert malachite



$$C^6H^5.C(HO)(C^6H^4Az[CH^3]^2)^2 ;$$

on l'obtient également avec le trichlorure de benzényle, la diméthylaniline et le chlorure de zinc. Pour le préparer au cours, on verse dans un tube à essais 1 centimètre cube de chlorure de benzoïle et 2 centimètres cubes de diméthylaniline, avec gros comme un pois de chlorure de zinc, puis on chauffe. La masse devient verte ; le vert est très solide et peut être sulfoconjugué : il porte alors le nom de vert solide.

En opérant de même avec la diéthylaniline ou ses homologues, ou remplaçant l'aldéhyde benzoïque par d'autres aldéhydes, on peut obtenir une série de matières vertes dont l'étude est trop incomplète pour mériter plus qu'une mention.

Ce qui nuit le plus aux progrès de l'étude des matières colorantes, c'est en grande partie l'ignorance dont elle est l'objet.

Les industriels, mal protégés par les brevets, ne veulent rien laisser transpirer en dehors de leurs fabriques, de tout ce qui touche à leurs produits ; de telle sorte que les élèves et la plupart des maîtres considèrent les couleurs artificielles comme une cuisine malpropre et incompréhensible ; ils croient les raisins trop verts. *Quid novi fert Africa?* disaient

les anciens en parlant de cette terre des monstres et des prodiges; il en est de même aujourd'hui de toute cette branche de la chimie, et presque tous les travaux qu'ont produits les savants se sont trouvés en opposition avec ce que la pratique avait démontré vrai. L'histoire des dérivés de l'anthracène, la plus simple, il est vrai, est la seule où la science et l'industrie aient marché côte à côte; aussi cette union a-t-elle produit les plus heureux résultats. Mais pour tous les autres produits la lumière n'est pas faite, et tout en sacrifiant à la mode nouvelle, en mentionnant la théorie du triphénylméthane, je tiens à prévenir mes lecteurs contre les exagérations des conceptions théoriques. Mon but a été de mettre à la disposition de tous les renseignements nécessaires pour préparer un cours sur les couleurs artificielles; quant à la partie théorique et oratoire, chaque professeur est libre d'adopter les systèmes qu'il préfèrera. Les théories changent, les faits restent, et c'est seulement des faits que j'ai voulu m'occuper dans cette notice.

A. Pabst.

HISTOIRE DES SCIENCES

La physique et la mécanique chez les Grecs avant la première école d'Alexandrie.

D'anciennes traditions nous montrent la science concentrée presque tout entière au sein des temples de l'Égypte et de l'Asie. Il y avait là des foyers de lumière qui, cachés sous le voile épais de l'initiation, se sont éteints sans avoir projeté d'autres lueurs sur l'ancien monde que quelques rayons qui ont éclairé la Grèce. En même temps et dans les mêmes contrées, les esclaves se transmettaient de génération en génération, avec ce dévouement haineux propre aux races persécutées, des procédés industriels, souvent égaux, quelquefois supérieurs aux nôtres; nous pouvons les constater par leurs produits que le temps a respectés, mais nous en ignorons complètement l'origine.

Environ six siècles avant notre ère, Thalès de Milet alla étudier chez les prêtres de Memphis et de Thèbes et rapporta dans les colonies helléniques de l'Asie mineure quelques-unes des doctrines orientales. Il fonda dans sa patrie la plus ancienne école philosophique de la Grèce, l'*école ionique* où l'étude de la nature par la méthode expérimentale joua le principal rôle; aussi ses disciples furent-ils souvent désignés sous le nom de φυσικοί.

D'après Thalès, il n'y avait dans l'ordre moral qu'un petit nombre de principes bien connus, tandis que ceux de l'ordre physique étaient pour la plupart ignorés; l'homme devait les rechercher par l'observation des phénomènes et se servir de leur connaissance pour se guider dans la vie. La tradition a, pour ainsi dire, personnifié ses tendances en nous rapportant qu'il calcula l'arrivée d'une éclipse totale de soleil et prédit une abondante récolte d'olives.

Il connaissait les effets de l'aimant et de l'ambre frotté et les attribuait à une âme particulière contenue dans ces corps.

D'après lui, la terre était ronde, reposait sur la surface d'un liquide tel que l'eau et occupait le centre du monde formé par les étoiles qui circulaient autour d'elle.

Pythagore, né en 592 dans l'île de Samos non loin de Milet, reçut une première instruction chez les prêtres de Sidon, qui devaient avoir des connaissances étendues sur tout ce qui touche à la marine; il se rendit ensuite en Égypte, non en simple particulier, mais en ambassadeur, auprès du roi Amasis dont il sut s'attirer l'amitié. Recommandé par ce prince aux différents collèges sacerdotaux, il paraît avoir été initié aux mystères les plus élevés. Il fut fait prisonnier avec beaucoup d'autres prêtres, lorsque Cambyse envahit l'Égypte, et emmené en captivité à Babylone, où il vécut douze ans. Échangé en 513, il revint dans sa patrie et alla s'établir dans les colonies grecques du sud de l'Italie, où il fonda une école dite *italique* ou de *Samos*.

Pythagore ne dédaignait point l'étude des phénomènes naturels, et c'est à lui qu'on doit la première expérience de physique dont l'histoire fasse mention, la détermination des poids de divers marteaux qui, en frappant sur une enclume, produisent des sons en rapports musicaux. Il avait en mathématiques des connaissances très étendues; on lui attribue la découverte du théorème du carré de l'hypothénuse. Il aurait, dit-on, puisé en Égypte la connaissance de l'immobilité du soleil et du mouvement de la terre, vérité qui ne fut dévoilée que deux cents ans après par Philolaüs, un de ses disciples. Mais, imbu des doctrines de l'Inde sur la transmigration des âmes et versé peut-être dans les pratiques d'évocations qui ont refleuri de nos jours, il porta plutôt les efforts de son génie sur les recherches relatives à l'harmonie générale des mondes. Aussi la tradition nous le représente-t-elle comme un maître dans l'art des thaumaturges et des sorciers.

Pendant près de trois cents ans, il sortit de l'*école ionique* et de l'*école italique* une foule de traités qui ne nous sont plus, malheureusement, connus que par des citations plus ou moins exactes, disséminées dans les écrits d'Aristote, de Plutarque, de Cicéron, de Sextus Empiricus, d'Origène, de Porphyre, de saint Augustin, de Simplicius (1), etc.

Vers le milieu du IVe siècle avant notre ère, leurs doctrines avaient pour principaux représentants : Diogène d'Apollonie, Anaxagoras de Clazomènes et Archelaüs de Milet, disciples de Thalès; Héraclite d'Éphèse, Empédocle d'Agri-

(1) Tous ces auteurs étaient des philosophes, c'est-à-dire des gens n'ayant sur la science que des idées générales; de plus, ils vivaient bien longtemps après les physiciens de la Grèce. Leur incompétence seule suffisait à les exposer à beaucoup d'erreurs; qu'on juge de ce que cela a dû être quand il s'est agi de résumer des expériences ou des théories obscurcies à dessein et écrites dans une langue tombée en désuétude. Il ne faut pas oublier non plus que les physiciens écrivaient en vers, qu'ils chantaient les merveilles de la nature et qu'ils cherchaient avant tout à frapper l'esprit de leurs auditeurs

gente, Leucippe et Démocrite d'Abdère, élèves plus ou moins directs de Pythagore.

Chacun de ces philosophes avait ses idées particulières sur la métaphysique et l'origine des mondes, mais leurs théories sur la composition des corps différaient peu les unes des autres ; je vais les exposer sommairement par école.

ÉCOLE IONIQUE.

L'air est le principe de tout; c'est de l'air que les poissons respirent dans l'eau, et, s'ils meurent dans l'air, c'est qu'ils en respirent trop à la fois et qu'il y a mesure à tout. L'air est la source de toute vie et de la pensée elle-même, car l'homme et les êtres vivants ne vivent que parce qu'ils respirent. Toute vie, toute pensée cesse au moment où la respiration s'arrête.

Tout est dans tout; chaque atome est un monde en miniature. Nous mangeons des aliments qui nourrissent les muscles, le sang, les os, en un mot toutes les parties du corps. La nutrition serait-elle possible s'il n'y avait pas dans ces aliments des molécules (μορία) identiques avec celles dont se composent les muscles ?

Les corps composés peuvent être réduits par l'analyse à leurs éléments ou particules similaires (ὁμοιομέρεια); mais ces éléments sont insécables et indestructibles, il s'ensuit que le nombre des homéoméries ne peut être augmenté ni diminué. La quantité de matière dont se compose le monde demeure donc constante, quelles que soient les transformations qu'on y remarque.

C'est par une erreur de langage que la composition (σύγκρισις) et la décomposition (διάκρισις) des corps sont appelées naissance et mort.

Il n'y a pas d'espaces vides; les intervalles (πόροι) qui séparent les molécules sont, non pas vides, mais remplis d'air.

Les plantes sont des êtres vivants, doués d'une véritable respiration.

L'air possède les semences de tous les êtres, et ces semences, précipitées par l'eau, engendrent les plantes.

Le soleil est un globe de feu; la lune a des montagnes et des vallées, une mer et un continent; elle est habitée. Les aérolithes tombent du soleil.

La vision est produite par une infinité de rayons qui, projetés par l'œil, vont, comme autant de bras invisibles, tâter et saisir les objets perçus.

ÉCOLE ITALIQUE.

Le feu est le principe de tout; c'est la force primordiale d'où découlent tous les phénomènes physiques.

Le soleil et les astres sont des matières aériformes en ignition ; la terre a été elle-même en ignition autrefois.

Il y a dans la nature, outre le feu, principe actif par excellence, trois corps : l'air, l'eau et la terre, qui sont la base de tous les autres. Ces quatre corps élémentaires (στοιχεῖα) ne doivent pas être considérés comme les dernières molécules immuables et indécomposables de la matière. L'expérience apprend, en effet, qu'ils peuvent être modifiés, la terre se change en eau, l'eau en air et l'air en feu, et inversement.

Le feu tire son aliment des parties subtiles de l'air, comme l'eau tire son aliment de la terre.

Ces éléments sont composés d'une multitude de particules très petites, indivisibles, qui sont les vrais éléments de la nature et que l'on appelle pour cela atomes (ἄτομα), c'est-à-dire insécables.

Les atomes sont tous semblables entre eux dans le même élément; mais ceux d'un élément ne sont point semblables à ceux d'un autre, puisque les atomes de l'air se combinent avec ceux de l'eau pour donner naissance à tel ou tel corps, et ainsi des autres. Ils sont variables non seulement en grosseur, mais en poids.

La matière contient des pores ou intervalles vides (κοῖλα) qui favorisent les mouvements des atomes, les uns par rapport aux autres; l'expérience montre, en effet, qu'un vase rempli de cendre peut contenir en même temps le même volume d'eau, que le vin peut être comprimé dans une autre, etc.

L'affinité (φιλία) et la répulsion (νεῖκος) président aux phénomènes de composition et de décomposition de la matière. Les particules homogènes s'attirent et se combinent, les particules hétérogènes se repoussent et se désagrègent.

Les atomes étant impénétrables, chaque atome résiste à celui qui veut le déplacer ; cette résistance donne lieu à un mouvement vibratoire (παλμός) qui se propage de proche en proche. C'est ainsi que se communiquent tous les mouvements du monde.

Le monde physique actuel (κόσμος) est la réunion de toutes les combinaisons produites par les éléments simples; à l'origine des choses, ces éléments n'étaient point combinés et constituaient le chaos.

Les objets lumineux émettent en ligne droite et dans tous les sens une infinité d'images qui sont comme des pellicules enlevées de l'extrême surface des corps et produisent le phénomène de la vision quand elles frappent les corps. Ces images s'appelaient idoles, simulacres, effigies, spectres, etc.

Voici un passage cité littéralement d'Empédocle par Aristote dans son traité sur la respiration. Il était en vers et décrit l'instrument qu'on appelle aujourd'hui dans les cabinets de physique, *Crible d'Aristote ;* il donnera une idée du style scientifique à ces époques reculées :

« Ainsi quand une jeune fille s'amuse avec des clepsydres en airain bien travaillé, tantôt plaçant sous sa main adroite le trou du tuyau, elle enfonce le vase dans le corps léger de l'eau argenté; mais le liquide n'entre pas dans le creux du vase, il est repoussé par la masse d'air qui presse au dedans du vase sur les trous nombreux, jusqu'à ce que l'enfant laisse

par la grandeur des pensées et la mélodie des mots. Bien souvent on a pris leurs figures et leurs comparaisons pour des réalités.

L'Égypte avait deux écritures, l'une pour les profanes, l'autre pour les initiés. Tout, du reste, ne s'écrivait pas; il y avait certaines parties de la science que l'on ne pouvait apprendre que de la bouche du maître. Aristote en divulgua quelques-unes dans ses livres et Alexandre lui en fit le reproche; mais le philosophe répondit qu'il avait écrit d'une façon assez obscure pour qu'il n'y eût pas lieu de craindre de voir se répandre ces mystères.

une libre entrée au flux pressé de l'eau ; alors, la résistance de l'air venant à manquer, l'eau entre sans obstacle. Et, de même encore, quand l'eau occupe le fond du vase d'airain, l'ouverture étant fermée par la main humaine ainsi que toute entrée, l'air du dehors qui veut s'introduire au dedans retient le liquide autour des portes de cet isthme retentissant dont il occupe les bords jusqu'à ce qu'on lâche la main, et alors plus vivement encore qu'auparavant, l'air venant à entrer, l'eau s'échappe sans obstacle. » (Trad. de Barth. Saint-Hilaire.)

Nous ne saurions spécifier la part que l'on doit laisser aux Grecs dans la conception d'idées dont les découvertes de la chimie moderne ont généralement démontré la justesse.



Fig. 37.

A l'exemple de Thalès et de Pythagore, Démocrite était allé en Orient et il avait longtemps voyagé, dit-on, en Perse, en Syrie et en Égypte. Six siècles plus tard, lorsque le paganisme expirant dévoila une partie de ses mystères, on entendit pour la première fois parler dans le public de *l'Art sacré,* qui, jusque-là, avait été cultivé dans le plus profond secret par les prêtres de Thèbes et de Memphis. Cet art nouveau n'était autre chose que la chimie et parmi les anciens initiés dont on se faisait gloire on citait le philosophe d'Abdère (1).

Quoi qu'il en soit, Démocrite, qui vécut jusqu'à cent quatre ans, passa une partie de sa vie, dit Pétrone (*Arbit.*), à faire des expériences afin d'approfondir les secrets des minéraux et des plantes. Suivant Vitruve (liv. IX, intr.), il compara un livre intitulé Χειροκμήτων, c'est-à-dire *Recueil d'expériences,* où il avait marqué avec son anneau et de la cire rouge toutes celles qu'il avait faites lui-même. (Cf. Pline, *Histoire nat.*, liv. XXIV, ch. xcxi et cii).

Sénèque nous apprend (*Epist.*, 10) que c'est à Démocrite qu'on doit le fourneau à réverbère, les moyens d'amollir l'ivoire, et de produire artificiellement des pierres précieuses, notamment l'émeraude.

ÉCOLE DE PLATON.

Quand, au siècle de Périclès, Athènes fut devenue la capitale de la Grèce, il s'y fonda de nombreuses écoles philosophiques ; mais le génie grec livré à lui-même était trop porté vers les brillantes conceptions pour s'astreindre aux lentes déductions de la méthode expérimentale ; avec Socrate et Platon, il dédaigna l'étude de la nature pour s'élever aux plus hautes spéculations de la morale, de la géométrie et de la métaphysique. Il créa de toutes pièces des systèmes et ne se préoccupa jamais de vérifier les conséquences qui pourraient en découler.

« De tous les êtres, dit Platon, le seul qui puisse posséder l'intelligence, c'est l'âme ; or l'âme est invisible, tandis que le feu, l'air, l'eau et la terre sont des corps visibles. Mais celui qui aime l'intelligence et la science doit rechercher, comme les vraies causes premières, les causes intelligentes, et mettre au rang des causes secondaires toutes celles qui sont mues et qui font mouvoir nécessairement. »

On ne doit donc point s'étonner de voir l'illustre fondateur de l'Académie accuser Archytas de Tarente, son contemporain et son ami, d'avoir abaissé la science par des applications mécaniques.

Archytas (1) passe pour l'inventeur de la vis et de la poulie ; on lui attribuait la fabrication d'une colombe en bois dont le vol imitait, à s'y méprendre, celui d'un oiseau naturel ; suivant Diogène Laërce, « il traita le premier la mécanique en se servant de principes géométriques ».

« Cette mécanique, si recherchée, si vantée, dit Plutarque (*Vie de Marcellus*), eut pour premiers inventeurs Eudoxe et Archytas qui voulurent par là embellir et égayer, pour ainsi

(1) Zozime, le Panopolitain, qui vivait à Alexandrie vers le IIIe siècle de notre ère, a laissé sur l'art sacré un certain nombre de traités dont quelques-uns se trouvent en manuscrit à la Bibliothèque nationale. M. Hœfer en a publié des extraits généralement incompréhensibles pour nous ; mais il en est un, fort curieux, qui donne la description et la figure d'appareils dont Zozime avait vu les modèles dans un ancien temple de Memphis.

La figure que je reproduis, d'après M. Hœfer, montre d'une façon évidente que la distillation était connue des anciens Égyptiens. Elle est accompagnée de la prescription suivante :

« Fais trois tubes (*f*) d'airain dont les parois soient assez épaisses et de seize coudées de longueur. Les ouvertures ou langues pratiquées à la partie inférieure du ballon (*d*) doivent exactement s'adapter à ces tubes qui eux-mêmes viennent aboutir à d'autres petits ballons (*e*). Un fort tube (*c*) fait communiquer le matras (*b*) avec le grand ballon (*d*) en verre, et l'appareil porte, chose étrange, l'esprit (πνεῦμα) en haut. Après avoir ainsi adapté les tubes, on en lute exactement toutes les jointures. Il faut avoir soin que le grand ballon en verre que l'on place au-dessus du matras soit assez épais pour que la chaleur, qui fait porter l'eau en haut, ne le brise pas. »

L'appareil était porté sur un fourneau qu'on appelait τὰ φῶτα (*les lumières*). Le matras *b* se nomme ἡ λωπάς ; il était souvent fabriqué avec une pâte argileuse. Le grand ballon *d* (βῆχος) et les petits ballons *e* (βικὶα) étaient toujours en verre ; les tubes (σωλῆνες) paraissent avoir été aussi souvent en métal qu'en terre.

(1) Archytas fut élu six fois chef de la république par les Tarentins ;

dire, la géométrie, en appuyant par des exemples sensibles et sur des preuves mécaniques certains problèmes dont la démonstration ne pouvait être fondée sur le raisonnement et sur l'évidence. Tel est le problème des deux moyennes proportionnelles, qu'on ne peut trouver par des démonstrations géométriques et qui sont néanmoins une base nécessaire pour la solution de plusieurs autres problèmes. Ces deux géomètres le résolurent par des procédés mécaniques, au moyen de certains instruments appelés *mésolabes,* tirés des lignes courbes et des sections coniques. Mais, quand Platon leur eut reproché avec indignation de corrompre la géométrie, de lui faire perdre toute sa dignité, en la forçant, comme un esclave, à descendre des choses immatérielles et purement intelligibles, aux sujets corporels et sensibles, d'employer une vile matière qui exige le travail des mains et sert à des métiers serviles, dès lors, la mécanique dégradée fut séparée de la géométrie, et, longtemps méprisée par la philosophie, elle devint un des arts militaires. »

Les idées de Platon sur la physique sont presque toutes réunies dans le *Timée*, où l'illustre philosophe, qui, lui aussi, était allé s'instruire en Égypte et en Italie, émet sur la constitution moléculaire des corps des hypothèses auxquelles la science moderne semble revenir et laisse entrevoir malheureusement, sous une forme voilée, des observations qui ont de singulières analogies avec les nôtres.

Voici la définition des éléments tels que le comprenaient les sages :

« Et d'abord, nous voyons que le corps que nous avons appelé eau, en se congelant, devient, à ce qu'il semble, des pierres et de la terre ; la terre dissoute et décomposée s'évapore en air ; l'air enflammé devient du feu ; le feu comprimé et éteint redevient de l'air, à son tour l'air condensé et épaissi se transforme en nuage et en brouillard ; les nuages, en se condensant encore plus, s'écoulent en eau ; l'eau se change de nouveau en terre et en pierres, tout cela forme un cercle dont toutes les parties ont l'air de s'engendrer les unes les autres. Ainsi ces choses ne paraissant jamais conserver une nature propre, qui oserait affirmer que l'une d'elles est telle chose et non telle autre ? On ne le peut, et il est beaucoup plus sûr de s'exprimer à leur égard de la façon suivante : le feu, par exemple, que nous voyons soumis à de perpétuels changements, nous ne l'appellerons pas feu, mais quelque chose de semblable au feu, comme nous n'appellerons pas l'eau de l'eau, mais quelque chose de semblable à l'eau, et nous ne désignerons aucun de ces objets par des termes qui marquent de la persistance, comme quand nous disons ceci, cela, pour désigner quelque chose ; car, ne restant jamais les mêmes, ces objets se refusent à ces dénominations, ceci, de ceci, à ceci et à toutes celles qui les présentent comme ayant une certaine stabilité. Il ne faut pas parler de ces sortes de choses comme d'*individus distincts,* mais il faut les appeler toutes et chacune d'elles comme des *apparences* soumises à de perpétuels changements...

« Ces quatre corps, ajoute-t-il ailleurs, nous paraissent naître les uns des autres ; mais ce n'était là qu'une apparence trompeuse, car tous les quatre naissent des triangles que nous avons désignés...

Ces triangles étaient des triangles rectangles qu'il divise en deux classes, les isocèles et les scalènes. Comment pouvaient-ils être l'origine des molécules de tous les corps ? Platon en donne bien une explication ; mais je suis d'autant moins honteux de ne l'avoir point comprise, qu'il a soin de dire : « Quant aux principes de ces triangles eux-mêmes, Dieu seul qui est au-dessus de nous, et, parmi les hommes, ceux qui sont les amis de Dieu, les connaissent. »

Toujours est-il qu'il arrive aux conclusions suivantes :

La molécule du genre *Terre* a la forme d'un cube (chaque face étant formée par la juxtaposition de deux triangles rectangles isocèles), « parce que des quatre genres, la terre est le plus immobile ; elle est le corps le plus susceptible de recevoir une apparence fixe ; il est donc nécessaire qu'elle soit formée du solide qui a la base la plus ferme ». La molécule du genre *Feu,* qui est le plus mobile et le plus léger des quatre, aurait la forme du plus petit et du plus aigu de tous les solides qu'on peut constituer avec un triangle, par conséquent celle d'une pyramide triangulaire.

La molécule du genre *eau* et celle du genre *air* auraient la forme, l'une de l'octaèdre, l'autre de l'icosaèdre (1) réguliers jouissant de propriétés intermédiaires.

« Il faut concevoir toutes ces parties élémentaires dans une telle petitesse que, quelle que soit l'espèce à laquelle elles appartiennent, nous ne pouvons les discerner une à une ; mais, quand elles sont réunies en grand nombre, la masse qu'elles produisent est visible. »

Platon explique ensuite comment les variétés des triangles générateurs entraînent la variété des corps, comment ceux-ci peuvent se dissoudre l'un dans l'autre, ou même se changer de l'un en l'autre, par la composition ou la décomposition des formes affectées par leurs molécules.

---

il remporta plusieurs victoires comme général et composa des traités philosophiques aujourd'hui perdus, ou du moins dont il ne reste que des fragments douteux. Il était disciple de Philolaüs qu'on accusa d'avoir, le premier, dévoilé les secrets des Pythagoriciens dans son livre sur *la Nature*.

Parmi ces secrets se trouvait sans doute la théorie du mouvement de la terre autour du soleil que Plutarque lui attribue. Il avait composé deux autres livres : l'un sur le *Monde*, l'autre sur l'*Ame*. Platon les avait en telle estime qu'il acheta les trois manuscrits à ses héritiers pour le prix de 100 mines (près de 10 000 francs de notre monnaie).

(1) L'*octaèdre* peut être considéré comme formé par deux pyramides accolées par leur base, l'*icosaèdre* par vingt pyramides triangulaires dont les sommets se rencontrent au centre d'une sphère et qui ont les hauteurs et les bases égales. Ces deux polyèdres sont avec le *tétraèdre* (pyramide), l'*hexaèdre* (cube) et le *dodécaèdre* les seuls polyèdres réguliers que l'on puisse inscrire dans une sphère. Aussi Platon a-t-il été conduit à donner un rôle au dodécaèdre ; il se contente de dire que Dieu s'en est servi pour tracer le plan de l'Univers. Ses commentateurs en ont fait la figure de la molécule de l'éther. Le dodécaèdre consiste en douze pyramides pentagones dont les sommets sont réunis au centre de la sphère circonscrite.

Plutarque dit d'une façon expresse que Platon avait reproduit, dans ses théories sur la forme des molécules, les idées même de Pythagore,

« L'eau décomposée par le feu, ou même par l'air, peut devenir, en se recomposant, un corps de feu ou deux corps d'air. Quant à l'air, lorsqu'il est décomposé, d'une seule de ses parties peuvent naître deux corps de feu. »

De même qu'il y a plusieurs espèces d'air, il y a plusieurs espèces de feu et aussi plusieurs espèces d'eau. Platon classe parmi les eaux tous les corps fusibles et par conséquent les métaux.

« Le cercle de l'univers qui comprend en soi tous les genres (*tous les corps sous leurs divers états*), et qui, par la nature de sa forme sphérique, aspire à se concentrer en lui-même, resserre tous les corps et ne permet pas qu'aucune place reste vide. C'est pour cela que le feu principalement s'est infiltré dans toutes choses, ensuite l'air qui vient après le feu pour la ténuité de ses parties et les autres corps dans le même ordre. Car ce qui est composé des plus grandes parties est aussi ce qui contient en soi les plus grands vides, et les vides les plus petits se trouvent dans ce qui a été formé des parties les plus petites. Le mouvement de condensation pousse les petites dans les intervalles des grandes...

« Quand le feu qui est contenu dans l'eau fusible s'échappe, comme il ne peut s'évaporer dans le vide, il comprime l'air environnant qui pousse l'eau encore fluide dans les places qu'occupait le feu et s'unit lui-même avec elle. L'eau, ainsi comprimée et recouvrant son égalité puisqu'elle est dégagée du feu, auteur de l'inégalité, se resserre et se contracte. On a appelé *froid* cette perte de feu et *glace* la cohésion qui en résulte entre les parties de l'eau. »

Il est difficile de se refuser à voir dans ce dernier paragraphe une théorie de la chaleur latente.

Voici maintenant le principe d'Archimède en germe.

Tout corps a un poids, en ce sens que si l'on pouvait mettre deux parties de feu dans l'un des plateaux d'une balance et une partie dans l'autre, la balance s'inclinerait du côté du premier. Mais, comme Dieu a assigné sa place à chaque élément, un corps tend toujours à rejoindre ses semblables; c'est pour cela que l'air s'élève quand on le met dans l'eau et que le feu s'élève quand il est dans l'air.

Au-dessus de l'air il y a une substance immatérielle et indestructible qui s'appelle l'*éther* et qui forme les astres ainsi que le milieu dans lequel ils sont plongés.

Combinant les hypothèses de l'école ionique et de l'école italique, Platon suppose que le phénomène de la vision est dû aux vibrations produites par la rencontre des effluves éthérés émis par les corps lumineux avec des effluves de même nature qui sortent de l'œil. Ces effluves se meuvent en ligne droite, et, si un corps dont la surface est bien polie résiste à leur passage, ils se réfléchissent en faisant des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence (1).

Il connaissait le phénomène de l'aimantation du fer doux par contact; il en parle dans *Ion*. Il attribuait les phénomènes d'attraction de l'aimant et de l'ambre frotté à l'impulsion d'un fluide qui, sortant du corps aimanté ou électrisé, produisait dans l'air un courant rétrograde qui agissait sur les autres corps.

Après avoir donné encore l'explication de quelques phénomènes naturels, il termine ainsi la partie du *Timée* qui s'occupe de physique.

« Il ne serait pas difficile d'en décrire encore d'autres, en cherchant toujours la vraisemblance, et celui qui pour se délasser, laissant de côté l'étude de ce qui est éternel, et discourant avec vraisemblance sur ce qui a un commencement, se procure ainsi un plaisir sans remords, celui-là se ménage durant sa vie un amusement sage et modéré. »

On le voit, l'illustre philosophe d'Athènes croyait avoir des bases suffisamment solides pour asseoir les grandioses conceptions qui embrassaient le monde dans son ensemble. Pour lui, toutes les recherches nouvelles n'étaient que d'innocentes distractions; il faisait, des expériences des physiciens, les cas que l'auteur du *Discours sur l'histoire universelle* a dû faire des travaux des numismates.

Aristote, disciple de Platon, n'était pas plus que lui compté parmi les physiciens. « Les opinions, dit Vitruve (préf. du liv. VII), de Thalès, de Démocrite, d'Anaxagoras, de Xénophane et des autres physiciens sur les lois de la nature, et les principes que les Socrate, les Platon, les Aristote, les Zénon, les Épicure et les autres philosophes ont posé pour la conduite de la vie..., tout serait tombé dans l'oubli, si nos ancêtres n'avaient eu le soin de le transmettre à la postérité dans leurs ouvrages. » Il avait cependant composé un grand nombre d'ouvrages dont les titres semblent indiquer des études sur les sciences physiques; je citerai notamment les *Questions mécaniques*, les *Auscultations physiques*, quatre livres sur le *Ciel*, deux sur la *Production* et la *Destruction des choses*, quatre de *Météorologiques*, un sur le *Monde* d'autres enfin sur la *Respiration*, sur l'*Optique*, sur les *Couleurs*, sur l'*Ouïe*, etc.; mais, au lieu d'exposer les phénomènes et les lois qui s'en déduisent, il fait des dissertations sur leur essence même; il parle du mouvement, du lieu, du temps, du vide, de l'infini, du hasard, non pour les mesurer, mais pour spécifier leur nature.

Aristote a reproduit la plupart des idées de son maître et il les a développées en y ajoutant le fruit de ses immenses lectures. On ne peut lui refuser une haute intelligence et une érudition extraordinaire; mais, comme tous les esprits encyclopédiques, il n'a bien souvent fait qu'effleurer les questions et nous ne devons point nous fier à lui sans réserves dans l'exposition qu'il fait des théories de ses devanciers. De plus, il a poussé la subtilité et l'esprit d'abstraction au delà des

(1) Les règles pratiques de la perspective étaient déjà connues de tous les savants. Vitruve (préf. du livr. VII) rapporte que le premier livre écrit sur la matière le fut par Agatharque qui exécutait les décorations pour le théâtre d'Athènes à l'époque d'Eschyle. A son exemple, Anaxagoras (de l'école ionique) et Démocrite (de l'école italique) écrivirent sur le même sujet, « Ils ont enseigné comment il fallait, d'un point fixe pour centre, si bien imiter avec des lignes, la divergence des rayons par rapport à la prunelle des yeux pour qu'on arrivât à faire illusion et à représenter sur la scène de véritables édifices qui, peints sur des surfaces planes et verticales, paraissent les uns fuir, les autres faire saillie en avant. »

limites qu'admet l'esprit scientifique moderne ; si, comme il l'a écrit à Alexandre, il a voulu être obscur pour le profane, il y a réussi, peut-être au delà de ses désirs.

Dans le livre IV des *Auscultations physiques*, il traite la question du vide ; il dit qu'il ne s'agit point de démontrer, comme le fait Anaxagoras, que l'air est quelque chose, mais bien de savoir s'il y a des portions de l'espace où il n'existe aucune espèce de corps que nos sens puissent percevoir Démocrite, Leucippe et, en général, les pythagoriciens s'étaient prononcés pour l'affirmative; il conclut à la négative.

Il n'admet pas la théorie de Platon sur la forme des molécules, des corps, parce que, dit-il entre autres choses, il n'y a point de vide dans l'univers et que l'espace ne peut être rempli exactement que par deux espèces de polyèdres, les cubes et les pyramides (*Du Ciel*, III, 8).

La terre est ronde et son centre situé au centre du monde (*Du Ciel*, II, 14); la surface de l'eau est sphérique et concentrique à la surface de la terre (1).

C'est par suite de la pauvreté de la langue que les philosophes désignent sous le nom de *Feu* le corps qui jouit de la propriété d'être sec, chaud et de s'élever au-dessus de tous les autres, le mot *Feu* s'appliquant proprement à la chaleur porté à son degré le plus intense et pour ainsi dire à l'ébullition. Le corps dont il s'agit est composé de particules extrêmement petites et mobiles; au plus léger mouvement, il entre en ignition; ainsi c'est du feu en *puissance* et non en *acte* (*Météor.*, I, 3).

Le mouvement est donc une cause de chaleur et, plus il est rapide, plus il dégage de chaleur (*Id.*).

Le vent n'est autre chose que de l'air en mouvement (*Du Monde*, 4). Lorsque la terre est desséchée, soit par sa chaleur propre, soit par celle du soleil, elle engendre une exhalaison chaude, qui produit le vent par le déplacement de l'air. Les vents augmentent à mesure qu'ils s'éloignent de leur point de départ (*Météor.*, II, 4 et 6).

Quand, par suite du froid, l'air tend à se convertir en eau, il se produit d'abord de la vapeur. Cette vapeur prend le nom de brouillard si elle reste en bas, et de nuage si elle monte. Si le froid augmente, les vapeurs se condensent et il se produit de la rosée ou de la pluie. — La rosée a lieu quand, par une nuit froide, la vapeur qui s'était dégagée de la terre par suite de la chaleur du jour se condense en gouttelettes. — Un plus grand froid encore transforme les vapeurs en neige (*Météor.*, X et XI).

Aristote parle en plusieurs autres endroits des liquides qui se condensent après avoir été évaporés; parmi ces liquides il cite même expressément le vin. « L'eau de mer est rendue potable par l'évaporation; le vin et tous les liquides peuvent être soumis au même procédé; après avoir été réduits en vapeurs humides, ils redeviennent liquides. » (*Mét.*, IX, 2). S'il ne fait pas mention de l'alcool, c'est que sa fabrication était probablement un secret réservé aux initiés.

Il connaissait les miroirs en verre ; « si les métaux et les cailloux doivent être polis pour servir de miroirs, le verre et le cristal ont besoin d'être doublés d'une feuille de métal pour reproduire l'image des corps qu'on leur présente » (1), et savait que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence (*Probl.* XVI).

En mécanique, il établit d'une façon assez nette le principe que deux forces inégales animées de vitesses réciproquement proportionnelles produisent des effets égaux; il signale la force d'inertie, la force centrifuge et le poids spécifique (2); il explique l'effet du levier, de la balance, du coin, de la hache, du gouvernail, du rouleau, de la poulie, de la moufle, de la manivelle, du treuil, de la chèvre, de la machine à élever l'eau connue sous le nom de cicogne; enfin il parle, comme d'une merveille, du cric dont il ne connaît pas le détail.

Les nombreuses guerres et les lointaines expéditions, qui remplissent le IVe siècle avant notre ère, eurent pour effet de ramener une partie des savants de la Grèce à des travaux plus positifs et de leur donner, en les associant de nouveau à l'élément oriental, le lest dont ils avaient besoin pour ne point laisser leur esprit flotter au gré de tous les vents de leur imagination.

Les énormes engins de charpente, usités depuis longtemps en Égypte et en Assyrie pour l'attaque des places, ainsi que l'attestent les peintures des hypogées de Beni-Hassan et les bas-reliefs du palais de Nimroud, avaient été introduits dans les contrées helléniques par les ouvriers d'art que Denys, tyran de Syracuse, avait appelés de tous côtés à son secours contre les entreprises des Carthaginois. C'est, par suite d'un amour-propre national exagéré, dont il nous reste tant d'exemples, qu'Athénée le mécanicien en attribue l'invention à Polyeidos de Thessalie, ingénieur de Philippe de Macédoine. Toujours est-il que Polyeidos écrivit un traité, aujourd'hui perdu, sur ces machines, et que Diadès et Chœréas, ses élèves, suivirent Alexandre le Grand en Asie, où ils se firent, très probablement, initier d'office à la partie pratique de cette science mystérieuse dont les philosophes s'étaient réservé le monopole.

L'apparition des ingénieurs dans les armées grecques est d'une importance capitale dans l'histoire de la science antique. Désormais ces hommes ennobliront, par l'éclat des services militaires, les arts mécaniques jusqu'alors si mé-

(1) Supposons, dit-il (*du Ciel*, II, 4), une section de la surface de l'eau par un plan passant par le centre de la terre, et supposons un point D de cette surface qui ne soit pas sur l'arc du grand cercle. S'il est à l'extérieur, l'eau le quittera pour aller en un point plus bas, parce que c'est le propre des corps pesants de se porter toujours vers le centre de la terre; si le point D est au contraire à l'intérieur du cercle, l'eau voisine y coulera jusqu'à ce que le niveau soit ramené en ce point à la hauteur du reste de la surface.

(1) Cette phrase est citée par M. L. Figuier, sans indication de l'ouvrage où elle se trouve.

(2) Un morceau de bois de cent livres pèse plus dans l'air qu'un morceau de plomb d'une livre; mais, dans l'eau, il pèse moins (*du Ciel*, IV, 4).

prisés, et, sous le nom de μηχανικοί, ils vont, quoi qu'en ait dit Plutarque, occuper un rang distingué parmi les savants de la première école d'Alexandrie.

A. DE ROCHAS.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES

Réunion des délégués des sociétés savantes de Paris et des départements, à la Sorbonne.

SESSION DE 1881-1882.

SECTION DES SCIENCES.

ZOOLOGIE. — M. *Mégnin* expose les résultats de ses recherches *sur quelques points de l'organisation du développement des échinorhynques.*

Depuis O.-F. Muller, qui le premier nomma et étudia spécialement les *échinorhynques,* qu'avaient déjà vus Redi et Leuwenhoeck, bien des observateurs se sont occupés de l'organisation de ces helminthes, et cependant sa connaissance laisse encore beaucoup à désirer aussi bien que celle de leur développement, ainsi que le constate van Beneden.

Si les organes génitaux des échinorhynques sont bien connus, parce qu'à l'état adulte ils occupent toute la cavité viscérale du corps, et qu'à cet âge leur activité domine toutes les autres fonctions et les annihile en quelque sorte, il n'en est pas de même des organes digestifs. Tous les auteurs sont d'accord pour regarder ces helminthes comme privés de cet appareil; c'est l'opinion de Dujardin, de van Beneden, de Schneider, de Davaine, etc. M. Ch. Lespès a avancé cependant avoir découvert l'organe digestif chez une espèce, l'*echinorhynchus clavæceps :* « Dans la trompe proprement dite, et dépassant à peine par le bas la rangée inférieure des crochets, on voit un corps piriforme, souvent un peu jaunâtre, que quelques anatomistes ont considéré comme un reste d'appareil digestif, qui aurait avorté dans la dernière phase de développement. C'est, d'après mes recherches, un appareil digestif complet; il s'ouvre à l'extrémité de la trompe par un pore, très petit trou percé au sommet d'une papille terminale extrêmement mobile tant que l'helminthe est vivant; j'ai vu ce ver rejeter par cette ouverture une notable quantité du contenu de cette poche et il ne reste, suivant moi, aucun doute (1). » Cette opinion de M. Lespès n'a pas été adoptée par les auteurs qui l'ont suivi, et, en effet, nous croyons qu'il y a là une erreur d'interprétation : la cavité qui existe dans l'intérieur de la trompe est le résultat d'une disposition commandée par les alternatives d'érection et de rétraction en doigt de gant que présentent fréquemment ces organes chez les échinorhynques vivants et libres.

Pour vider cette question de l'existence d'un appareil digestif chez les échinorhynques, il fallait les saisir dans la période de développement où l'appareil nutritif seul fonctionne, c'est-à-dire dans la phase qui précède celle du développement de l'appareil sexuel. Van Beneden n'avait pu rencontrer qu'une seule fois un échinorhynque enkysté dans un poisson et non adulte, et il n'avait pu en prendre qu'un dessin très incomplet. M. Mégnin a pu récolter en grande quantité, dans le tissu cellulaire de plusieurs varans du Sahara, des échinorhynques enkystés non adultes ; dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un faisan vieillot, enfin dans l'épaisseur des tuniques intestinales d'un barbeau du Doubs, dont la muqueuse était littéralement couverte d'*Echinorhynchus proteus* adultes.

Les larves ou mieux les nymphes d'échinorhynques ont un appareil digestif constitué par deux longs tubes repliés, à parois épaisses, dans lesquels la cavité centrale pousse de nombreux diverticulums. Ces tubes ne se terminent pas par un anus, mais en cæcum et viennent s'ouvrir dans une bouche qui existe sous forme d'une ouverture plus ou moins grande, à la base du cou, c'est-à-dire à la hauteur du bord supérieur de la gaine qui contient la trompe garnie de crochets et rétractée.

L'analogie entre cet appareil digestif des nymphes des échinorhynques et celui des trématodes saute aux yeux, et si on cherche ce qu'il devient chez les adultes, on voit qu'il est représenté par les *lemnisques,* ces organes que l'on a parfois regardés comme des glandes salivaires et sur le compte desquels on n'était nullement fixé ; comme on voit, ils ne sont autres que l'organe digestif atrophié.

Cet organe digestif des nymphes des échinorhynques persiste quelquefois chez les adultes de certaines espèces et y acquiert même un très grand développement : c'est ce qu'on voit dans l'*Echinorhynchus brevicollis* du *Balenoptera Sibbaldii.* M. Pouchet, dans un voyage sur les côtes nord de la Laponie, en a rapporté d'assez nombreux exemplaires ; l'appareil digestif est très développé et se compose de deux longs tubes qui s'étendent, en faisant de nombreux méandres, jusqu'à l'extrémité postérieure du corps.

Dans les nymphes d'échinorhynques, il y a un rudiment de vaisseau dorsal. Ce fait, aussi bien que l'existence de la trompe et de l'appareil aquifère ou excréteur, qui n'est bien développé, il est vrai, que chez les adultes, rapproche les échinorhynques des *némertiens* ou *rhynchocèles,* de même que leur appareil digestif a deux branches presque ramifiées sous leurs enveloppes respectives, les rapproche des trématodes qui se rattachent aussi aux turbellariés comme les précédents. Ils s'éloignent par suite d'autant des nématoïdes près desquels on les a rangés jusqu'à présent.

— M. *Jourdain* (de Saint-Vaast-la-Hougue) adresse au comité un mémoire sur la structure des poils sensitifs qui garnissent les antennes internes des crustacés et qui reçoivent chacun une branche des nerfs de la seconde paire. A raison de certaines ressemblances qui existent entre ces appendices tégumentaires et les bâtonnets optiques de la rétine, il les désigne sous le nom de *poils à bâtonnets.*

— M. *de Montessus* présente un mémoire sur l'état actuel de l'ornithologie en France et donne quelques indications sur le *Synoicus Lodoisiæ* capturé dans le département de Saône-et-Loire.

Malgré son importance et son utilité, l'ornithologie perd faveur et semble être délaissée en France. Les adeptes en sont devenus rares : fait regrettable, car un vaste champ reste encore ouvert à l'étude et aux découvertes. Chaque jour peut offrir de nouveaux sujets. C'est ainsi que, dans l'espace de quarante-cinq ans, M. Montessus a pu ajouter à la faune de Saône-et-Loire soixante-seize espèces. Les plus rares figu-

(1) Ch. Lespès, *Sur quelques points de l'organisation des échinorhynques* (*Revue des sociétés savantes*), in-8°. Paris, 1864, p. 340.

rent parmi elles. Au premier rang est un petit gallinacé qui a été capturé dans l'arrondissement de Chalon-sur-Saône. C'est le second exemplaire connu, le second tué en Europe. Le premier avait été pris vivant en Lombardie. Il fait partie de la collection de M. Tarati, à Milan. MM. O. des Murs et Jules Verreaux lui ont donné le nom de *Synoicus Lodoisiæ*.

Cet oiseau appartient à l'Australie ; ses caractères spécifiques établissent entre lui et la caille d'Australie (Vieillot, *Galerie des oiseaux*, pl. CCXV) un degré de parenté très intime. Il semble en être un produit légèrement altéré par la différence des lieux habités, ou une livrée due à l'influence de l'âge, de la saison ou toute autre cause.

La présence de ces deux individus sur notre continent suffit pour en faire l'objet d'une nouvelle espèce à ajouter au catalogue des oiseaux de l'Europe et en particulier à ceux de Saône-et-Loire.

— M. le docteur *Lemoine*, professeur à l'école de médecine de Reims, communique le résultat de ses dernières recherches paléontologiques relatives aux mammifères de l'éocène inférieur des environs de cette ville.

L'étude des empreintes cérébrales de l'Arctocyon et du *Pleuraspidotherium* démontre des relations avec certaines formes cérébrales embryonnaires du groupe actuel des mammifères et avec l'encéphale de certains marsupiaux. C'est ainsi que les hémisphères cérébraux sont tellement réduits dans leurs dimensions qu'ils laissent complètement à découvert les tubercules quadrijumeaux dont le diamètre vertical est peu différent.

La formule dentaire du *Pleuraspidotherium* et du *Plesiadapis* rappelle celle de certains phalangides d'Australie. Des mammifères de fort petite taille nouvellement découverts par M. Lemoine dans les environs de Reims constituent le nouveau genre *Adapisorex*, également en relation de forme avec certains petits phalangides australiens.

Le *Bettongia* et l'*Hypsiprymnus* du groupe actuel des macropodes d'Australie seraient peut-être représentés dans la faune éocène rémoise par le *Neoplagiaulax*, qui se relierait d'autre part avec le *Plagiaulax* du calcaire de Purbeck d'Angleterre et peut-être même avec le microlestes du trias.

M. Lemoine présente un mémoire relatif aux oiseaux fossiles de l'éocène inférieur des environs de Reims. Deux types nouveaux, l'*Eupterorius* et le *Remiornis*, rappelleraient les oiseaux actuels du groupe des *Carinafæ*. Le troisième type, beaucoup plus considérable, le *Gastornis Edwardsii*, conserverait encore quelques caractères reptiliens.

Un deuxième mémoire est relatif à l'organisation des branchiobdelles, petits annélides qui vivent en parasites sur l'écrevisse.

— M. *Ortolan* communique, au nom de M. *Coutance*, président de la Société académique de Brest, des résultats d'expériences *sur l'équivalence des sels de l'eau de mer au point de vue biologique*.

En se servant de huit solutions réduites chacune à un seul des éléments naturels de l'eau de mer dans la proportion où elle contient leur totalité, et en soumettant cinq espèces de mollusques aux influences du milieu liquide ainsi préparé, l'éminent professeur à l'école navale de Brest est arrivé à des conclusions qui ne sont pas sans importance pour l'ostréiculture. Il a constaté particulièrement que les sels de potasse sont moins favorables à la vie des mollusques que les sels de magnésie, les sels de magnésie que les sels de soude, et qu'en dehors des sels dissous dans l'eau de mer, le sulfate de soude semble jouir d'une *neutralité conservatrice* bien accusée.

Géologie. — M. *Collot* indique l'origine de l'étang de Berre et les phases par lesquelles a passé cette baie à peu près entièrement séparée de la Méditerranée. Sur la plaine à peine ondulée provenant de l'émersion du fond de la mer miocène, la rivière de l'Arc et ses affluents ont creusé leurs vallées dans les terrains les plus faciles à désagréger de la région. Le centre de l'étang actuel était le point de convergence des affluents de l'Arc dans cette région. L'étang de Caronte, qui établit la communication de l'étang de Berre avec la mer, était l'embouchure de l'Arc dans la mer. Lorsque, par un affaissement du sol, la mer a pénétré dans ce réseau de vallées, elle a élargi son domaine en corrodant les bords.

Plus tard un exhaussement du sol a reporté les eaux à un niveau inférieur (c'est le niveau actuel) et en a diminué l'extension. On trouve, en effet, des sables de l'étang, avec *cardium edule*, entre 5 et 9 mètres d'altitude. Ce mouvement a eu lieu avant l'époque romaine. Des alluvions de l'Arc et des torrents qui recouvrent ces anciens dépôts marins sont, en même temps qu'eux, coupés en falaises à pic, démontrant l'érosion des berges qui se continue toujours. En même temps l'Arc et les torrents qui aboutissent à l'étang ont profondément creusé leurs anciennes alluvions pour descendre au niveau actuel de la mer.

— M. *Lennier*, conservateur du muséum du Havre, rend compte des nombreuses et intéressantes observations géologiques et zoologiques qu'il a faites dans la baie de Seine, sur les rivages et les falaises qui limitent cette baie. Il paraît certain que la baie de Seine actuellement se comble tous les jours. Tel terrain qui, il y a vingt ans, était complètement recouvert par la mer, est maintenant à sec et recouvert de pâturages où viennent paître les bestiaux.

Ce phénomène de comblement, par l'apport de sédiments provenant de falaises maritimes, a commencé à Villequier. Après le comblement des baies, l'apport marin, continuant à s'étendre, a gagné successivement le Hoc et l'embouchure de la Lésarde, sur la rive droite, et comblé l'anse de Ticquefleur, sur la rive gauche. Presque tous les éléments constitutifs des terrains d'alluvion des deux rives de la Seine viennent des falaises maritimes du Calvados et de la Seine-Inférieure. Au point de vue de la faune, la baie de Seine avant l'endiguement était maritime jusqu'à Quillebœuf.

Par suite des modifications rapides et incessantes que l'endiguement a apportées à l'état de choses ancien, la faune a changé profondément. L'extrémité des digues actuelles est maintenant à Berville. La faune change alors, les mollusques marins (*Mytilus edulis, Hutraria Compressa, Cardium edule*) cessent d'exister, bien que ce soient les espèces qui remontent le plus haut dans la baie.

— M. *Aubrion*, médecin au Gault (Marne), délégué de la Société académique de la Marne, fait connaître l'atelier préhistorique de la Charmotte, commune de Boissy-le-Repos, dans la Brie champenoise.

Cet atelier, dont M. Aubrion présente les silex types, a commencé à l'époque monstérienne, c'est-à-dire aux temps quaternaires, puis a été repris pendant la période néolithique.

C'est la démonstration formelle de la thèse soutenue depuis cinq ans par M. Aubrion, à savoir que l'homme quaternaire a habité la Brie champenoise.

— M. *Bleicher* indique quelques faits relatifs à la découverte du terrain carbonifère marin en haute Alsace.

Le terrain de transition des Vosges est bien connu par les travaux de Schimper et Kœchlin-Schlumber, qui y ont découvert et étudié des plantes appartenant à la flore du terrain carbonifère inférieur ou du *culm*. Les formations marines y manquaient jusqu'ici. Grâce aux recherches de MM. Bleicher et Mathieu Mieg, cette lacune est comblée. Il existe à Burbach-le-Haut des affleurements de carbonifère marin fort riches en fossiles qui indiquent un horizon analogue à celui de Visé (Belgique). Selon M. Bleicher, ce nouveau terrain carbonifère du versant alsacien des Vosges est fort développé et contient divers horizons fossilifères. Déjà il peut affirmer qu'il y existe des plantes avec les fossiles marins, et que certains gisements sont en relation intime avec le porphyre rouge, le mélaphyre.

Botanique. — M. *Brisson de Lenharrée*, délégué de la Société d'agriculture de la Marne, après avoir présenté quelques observations sur les fonctions vitales des êtres organisés, dit que les savants paraissent généralement d'accord sur cette conséquence, tant pour les végétaux que pour les animaux, qu'il arrive toujours un moment où le pouvoir reproducteur asexué s'épuise et où l'espèce s'éteindrait si le concours des sexes ne venait imprimer une nouvelle vigueur au pouvoir reproducteur.

Les vignes de la Champagne, dit cet auteur, se trouvent dans ce cas; elles ne sont multipliées que par division, c'est-à-dire sans graine sexuellement fécondée, ni germination; aussi doit-on s'attendre à les voir disparaître dans un laps de temps plus ou moins long. Ce qui prouve qu'il y a un affaiblissement sénile dans ces variétés, c'est que, pour les maintenir à l'état de production, il leur faut non seulement les soins que réclament les végétaux obtenus par les semis, mais il leur faut encore le provignage ou marcottage de chaque année avec une certaine quantité d'engrais.

Une nouvelle preuve de la caducité de ces vignes, c'est qu'elles produisent moins de fruits qu'autrefois, malgré tout le travail et l'engrais qu'on leur donne en plus. Il est donc de toute nécessité de renouveler ces végétaux par les semis. Mais comme toutes les vignes de la Champagne ne sont que des variétés, il arrivera que les sujets qu'on obtiendra des semis ne seront pas exactement semblables à leurs parents, car la grande loi de l'atavisme tend toujours à ramener les variétés au type de l'espèce. Mais, par des expériences que l'on peut faire sur un grand nombre d'individus, M. Brisson dit qu'on peut encore obtenir de bonnes variétés.

Seulement, comme il est prouvé que la qualité du fruit ne peut s'acquérir que par le temps on devra continuer les observations pendant bien des années avant d'obtenir un raisin propre à faire de bon vin de Champagne. Mais si dans ces observations, la sélection des graines ou des sujets obtenus par les graines est bien faite, il est évident qu'on obtiendra plus vite de bonnes variétés.

La vigne, rajeunie ainsi d'après la loi la plus conforme à la nature des végétaux, aurait plus de vigueur pour lutter contre ses ennemis et notamment contre le phylloxera, qui semble se naturaliser en France. Enfin les plantations de vignes en chaintre ne réussiront certainement qu'autant qu'elles seront faites avec de jeunes sujets.

Les viticulteurs du département de la Marne agiront donc sagement en se livrant à des expériences qui, tôt ou tard, profiteront aux négociants et aux propriétaires de vignes.

Physique. — M. *Crova* communique les résultats de ses recherches sur la comparaison photométrique des lumières de teintes différentes. Si l'on se sert du photomètre de Foucault, on ne peut juger de l'égalité d'intensité dans ce cas. Pour y arriver, M. Crova fait observer que si l'on trace les courbes dont les abscisses sont les longueurs d'ondes et les ordonnées le pouvoir éclairant de chaque radiation simple du spectre normal de chaque source, du soleil et de l'étalon Carcel, par exemple, les pouvoirs éclairants sont entre eux comme les aires des deux courbes, et celles-ci sont proportionnelles aux pouvoirs éclairants d'une même radiation simple dont le choix dépend de la composition spectrale des deux sources. Dans un travail fait avec M. Lazard, ces courbes ont été obtenues, et l'on en a déduit la radiation simple, la comparaison photométrique donne le même résultat que celle des lumières totales.

Cela fait, il suffit de comparer les deux lumières avec un photomètre Foucault, dont on regarde l'écran à travers deux nicols croisés entre lesquels est une plaque de quartz normale à l'axe, dont l'épaisseur est telle qu'elle donnerait dans le spectre des sources deux larges bandes noires d'interférence, entre lesquelles est comprise la lumière simple dont la comparaison donne le même résultat que celui des lumières totales. La méthode expérimentale sur le soleil et l'étalon Carcel a donné des résultats très concordants, rigoureux et faciles à obtenir. Les diverses sources de lumière électrique peuvent de même être comparées directement, par cette méthode, à l'étalon Carcel; cette étude est l'objet des travaux actuels de l'auteur.

— M. *Thoulet* présente le résultat de ses recherches sur la conductibilité thermique des corps isotropes en comprenant sous ce terme, non seulement les corps absolument homogènes tels que les métaux, mais encore les substances telles que les roches qui, bien que composées d'éléments hétérogènes, peuvent, par suite de la distribution régulière de ces éléments, être considérées comme homogènes. La méthode d'expérimentation est basée sur l'état d'équilibre de température dit variable. Elle consiste à prendre une plaque de roche ne dépassant pas un volume d'une douzaine de centimètres cubes, à la placer sur une source de chaleur à température constante et à mesurer le temps qui s'écoule entre la fusion de deux index déposés sur la plaque, l'un en stéarine fondant à 50 degrés, l'autre en cire de carnauba fondant à 84 degrés.

M. Lagarde a établi les formules mathématiques des courbes obtenues par M. Thoulet; il a trouvé leurs équations qui se rapportent à des courbes du second degré, et il a montré que pour obtenir le coefficient de conductibilité absolue, il suffisait de quatre expériences très rapidement exécutées et d'un tracé graphique.

La méthode de M. Thoulet a pour objet non seulement d'obtenir une donnée physique importante, et dont la recherche a exercé longtemps la sagacité des physiciens; mais, en outre, elle permet d'élucider certaines questions très importantes relatives à la genèse des roches éruptives. C'est un pas de plus accompli dans une voie nouvelle et féconde. l'application à l'histoire naturelle des méthodes rigoureuses en usage dans les sciences physiques.

— M. *Boussinesq* a parlé d'une catégorie d'intégrales défi-

nies et de leur application à la solution du problème du choc transversal d'une barre de fer par un corps solide qui la vient heurter perpendiculairement et de la rupture qui se produira à l'endroit heurté dès le premier instant du choc. Quelle que soit la masse du corps heurtant, sa vitesse dépasse une fraction déterminée de la vitesse de propagation du son le long de la barre.

Chimie. — M. *Pinchon* indique une nouvelle méthode d'essai d'analyse très approximative du lait.

Il a cherché à rendre pratiques et rapides l'essai et l'analyse du lait. Si l'on prend séparément les différents éléments qui entrent dans la composition du lait, c'est-à-dire une dissolution de lactine et des quelques sels qui l'accompagnent, une solution aqueuse de caséine dans la quantité strictement nécessaire d'alcali, le beurre isolé ou tenu en émulsion, ces corps, soumis à l'action de la chaleur, se dilateront selon leur coefficient de dilatation propre, en raison de la quantité respective des corps dissous; ces coefficients seront loin d'être de même valeur, celui de la matière grasse surtout sera remarquable par son élévation relative. Si, d'un autre côté, on réunit tous ces éléments en un tout, l'ensemble constituera un mélange dont le coefficient de dilatation sera sensiblement une moyenne proportionnelle des autres. Si on suppose qu'il soit fixé pour un type, il est de toute évidence qu'une soustraction ou une addition d'un des éléments troublera notablement l'équilibre, et que ce coefficient ne sera plus alors celui fixé. Il sera donc possible de partir d'un point de repère et de chercher la valeur de l'influence de tel ou tel corps présent ou absent sur la dilatation, de noter cette valeur et de la rendre nettement constatable par un instrument sensible.

Or le lait ordinaire, de bonne qualité, contient :

Beurre.	42gr,00
Caséine	31 50
Lactine.	52 00

Il laisse un résidu sec pesant 133 grammes, et il a pour densité 1032.

L'instrument dont se sert M. Pinchon est un aréomètre de Balling; il possède un thermomètre logé dans le flotteur, mais la graduation de la tige est absolument originale et ne ressemble en rien aux graduations ordinairement tracées : les degrés de la tige ne représentent qu'une relation avec ceux du thermomètre, relation qui fait toute la valeur de l'instrument, c'est sur elle que sont basés le jeu général et la conclusion à tirer de la manière dont il se comporte.

Si on plonge le pèse-lait thermique dans un liquide ayant la constitution citée plus haut, après que le mercure du thermomètre ne se dilatera ou contractera plus, le degré de la température sera exactement celui qui sera lu sur la tige au niveau supérieur du liquide et ce, à toutes les températures depuis 0 jusqu'à 67 à 70°, limites des divisions. Il y aura concordance absolue, le pèse-lait étant gradué et lesté dans ces vues.

Si l'on cherche à quelle température le lait ci-dessus n'aura que la demi-densité, on constatera que c'est à 64°.

Vient-on à plonger le pèse-lait dans le liquide précédent dont on aura laissé monter la crème pendant vingt-quatre heures et qu'on aura écrémé, ce dernier ne contiendra plus que 10 grammes de beurre, ainsi que l'a démontré l'analyse; la relation exacte entre les degrés n'existera plus; privé de sa partie la plus légère, le lait a augmenté de densité, le thermomètre marquera 15° par exemple quand la tige n'en accusera que 2 ou 3; si on le chauffe, son coefficient de dilatation n'étant plus le même à cause de la soustraction de la matière grasse, il faudra une température bien plus élevée pour l'amener à sa demi-densité.

D'un autre côté, ajoute-t-on au lait type une nouvelle dose de crème, la dilatation sera plus accentuée. A froid, l'aréomètre thermique indiquera 15, par exemple, au thermomètre, et 25, 26, 28 à la tige; si on le chauffe, la demi-densité sera atteinte bien avant 64°; la dilatation alors sera troublée dans un sens diamétralement opposé au cas précédent.

Ajoute-t-on de l'eau seulement, on affaiblira la densité; mais les relations entre les doses respectives des éléments se trouvant toujours proportionnelles, quoique affaiblies, la dilatation sera plus faible que dans le premier cas, mais elle sera régulière.

Enfin si l'on écrème plus ou moins le lait et si pour ramener le degré normal une addition d'eau est pratiquée, la dilatation profondément troublée dans sa marche ne donnera aucun des résultats cités plus haut, le coefficient sera propre à ce genre de liquide.

Tous ces différents cas ont été étudiés, fixés; des tableaux et une marche dichotomique de quelques feuillets ont été dressés d'après les observations et analyses; ils dispensent de tous calculs et l'opération, l'essai analytique, qui peut s'exécuter en dix minutes, ne demande que deux opérations : 1° une observation des chiffres de la tige et de ceux du thermomètre comparés à froid, à la température ordinaire; 2° une deuxième observation faite à chaud, pas au delà de 50 à 55°, de ces mêmes degrés et de leur relation.

— M. *Marchand* (de Fécamp) indique un procédé ingénieux qui lui permet de faire le dosage volumétrique de la potasse. Ce travail est appuyé sur un très grand nombre de déterminations.

Pathologie. — M. *Paul Fabre* (de Commentry) donne communication de ses observations sur le *Rôle des poussières charbonneuses dans la pathologie du houilleur*.

Les poussières charbonneuses, en laissant de côté leur accumulation dans les voies respiratoires (anthracosis, pneumoconioses), produisent sur les houilleurs les particularités suivantes.

La houille pulvérulente n'exerce aucune action spéciale sur la peau. Les impétigos, certains eczémas, que quelques auteurs ont attribués à l'influence des poussières charbonneuses, ne surviennent que lorsque les galeries des mines contiennent une eau tenant en solution ou en suspension quelque principe irritant.

Les trieurs de charbon, qui travaillent à la surface du sol, vivent dans une atmosphère charbonneuse et manient la houille autant et plus que les ouvriers du fond, n'ont pas, en effet, de ces éruptions.

Presque tous les mineurs présentent des cicatrices caractéristiques, d'une coloration nettement bleue; ces cicatrices, indélébiles comme un vrai tatouage, succèdent à toute plaie produite par l'action traumatique d'un fragment de charbon.

La houille pulvérulente en suspension dans l'air peut amener un léger degré de conjonctivite simple. Mais on observe aussi très fréquemment de vraies kératites, des kérato-

conjonctivites, parfois avec iritis, et souvent suivies d'ulcérations de la cornée. Ces derniers accidents sont produits par l'implantation sur la cornée de fragments de houille projetés avec un certain degré de violence dans l'opération de l'abatage du charbon à l'aide du pic. Il suffit habituellement de débarrasser la cornée de son corps étranger pour obtenir une guérison rapide des phénomènes inflammatoires.

Il arrive assez souvent que les houilleurs se plaignent d'une diminution marquée de l'ouïe et de troubles divers de l'audition ; ces troubles sont dus à la présence, dans le conduit auditif externe, d'un bouchon plus ou moins dur et plus ou moins volumineux de poussières charbonneuses agglutinées par du cérumen. En général, il y a coïncidence d'un certain degré d'inflammation catarrhale du conduit. Dès que le bouchon obturateur, lequel ordinairement occasionne l'inflammation, est enlevé, quelques lavages émollients suffisent à compléter la guérison.

— M. *Armaignac* fait une communication sur la « cécité des mots ». Après avoir indiqué les principales manifestations de l'*aphasie* et dont la cécité des mots n'est qu'une des nombreuses variétés cliniques, l'auteur parle de la localisation de la faculté du langage dans le cerveau et fait l'historique des principaux travaux qui ont paru sur ce sujet depuis Gall jusqu'à nos jours.

M. Armaignac rapporte ensuite une observation qui lui est personnelle et dans laquelle le phénomène de la cécité des mots s'est montré et a persisté jusqu'à ce jour, c'est-à-dire pendant deux ans, sans présenter aucune complication du côté de l'intelligence, ni des fonctions du système nerveux ou musculaire. Le malade a toujours joui et jouit encore de la plénitude de ses facultés intellectuelles ; il n'a jamais présenté aucun trouble de la parole ni de paralysie, il écrit comme autrefois et avec un style très correct, et une écriture très régulière et très élégante, ce qu'on lui dicte ou ce qu'il pense lui-même ; mais il est incapable de lire un seul mot imprimé ou écrit soit par lui, soit par un autre, bien que sa vision soit parfaite et absolument normale.

Il a conservé toutefois le nom des lettres et des chiffres, mais il est dans l'impossibilité de les joindre objectivement pour former des mots ou des nombres, et cependant il peut mentalement former les mots et les nombres si on lui dicte les lettres ou les chiffres.

M. Armaignac avait conseillé à ce malade d'apprendre à lire de nouveau, en commençant par l'alphabet, méthode qui a déjà réussi dans deux ou trois cas ; mais des malheurs de famille qui l'ont frappé dans ces derniers temps l'ont empêché de mettre ce projet à exécution jusqu'à ce jour ; et, du reste, il dit lui-même qu'il éprouve une très grande difficulté et une grande fatigue pour faire le travail intellectuel qui consiste à réunir les lettres en syllabes pour former les mots même les plus simples.

Le docteur Armaignac fait suivre son observation de réflexions anatomo-psychologiques et cherche à expliquer les rapports qui existent entre les sensations données par les organes des sens, le contre-percepteur de ces sensations et le symbole ou les signes qui servent, d'une façon conventionnelle, à désigner des objets matériels, des actes ou des idées abstraites.

— M. *Armieux* donne connaissance des faits relatifs à la source Barzun-Barèges descendue à Luz (Hautes-Pyrénées).

La source de Barzun qui sourd près de Barèges (Hautes-Pyrénées), a des qualités très précieuses qui la font estimer et rechercher par beaucoup de malades : elle est sulfureuse, silicatée, très riche en barégine et en gaz azote à l'état libre (26 centimètres cubes par litre). Comme le climat et l'altitude de Barèges sont défavorables à bien des personnes et s'opposent à l'efficacité de la cure, on a eu l'idée de conduire la source Barzun à Luz, qui offre beaucoup plus de ressources, un climat délicieux, un site très pittoresque et, par suite, beaucoup plus d'agréments pour les malades.

Cette opération difficile, qui consistait à faire parcourir à une eau sulfureuse thermale environ sept kilomètres, avec une différence de niveau de 600 mètres, a été exécutée avec beaucoup de soin et avec toutes les précautions indiquées par la science.

Les eaux de Barzun descendues à Luz n'ont rien perdu de leurs qualités chimiques. Ce résultat extraordinaire, unique jusqu'à ce jour en hydrologie minérale, doit être attribué d'abord à la fixité particulière des eaux de Barèges et de Barzun, ensuite à la perfection avec laquelle la conduite de l'eau a été exécutée.

MÉTÉOROLOGIE. — M. *Alluard,* directeur de l'observatoire du Puy-de-Dôme, communique un mémoire sur l'hiver de 1881-1882 à Clermont et au Puy-de-Dôme. — Si, dit-il, l'hiver de 1879-1880 s'est fait remarquer dans la France centrale par des froids intenses et prolongés, celui de 1881-1882 s'est signalé par une température douce et une sécheresse excessive. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux hivers à l'observatoire du Puy-de-Dôme met bien en évidence leurs caractères si différents. La température moyenne du mois de décembre a été plus élevée de 8°,1 en 1881 qu'en 1879 à Clermont, et de 5° au sommet du Puy-de-Dôme ; celle de janvier a été plus haute de 3°,6 en 1882 qu'en 1880 à Clermont, et de 2°,2 à la cime du Puy-de-Dôme.

Malgré ces conditions si peu semblables, les régions élevées du centre de la France ont été beaucoup moins froides que les régions basses, cette année comme il y a deux ans, et l'interversion de la température dans les altitudes de 1000 à 2000 mètres, déjà indiquée dès l'année 1878, s'est manifestée encore en s'accentuant beaucoup. Ainsi ont été moins froides à la cime du Puy-de-Dôme qu'à Clermont 20 nuits en novembre 1881, 16 nuits en décembre, 24 nuits en janvier 1882, et 18 nuits en février, en tout 78 nuits sur 120, pendant 4 mois, c'est-à-dire à peu près les deux tiers.

Dans les mois de janvier et de février, 37 fois de suite sans aucune interruption, du 10 janvier au 15 février, la température a été moins basse à la station de la montagne qu'à la station de la plaine ; les différences s'élèvent souvent à 8° ou 10°. Le 20 janvier, à 7 heures du matin, tandis qu'à Clermont on avait — 6°,4, au Puy-de-Dôme le thermomètre marquait + 6°,7, c'est-à-dire 13°,1 de plus.

Un autre caractère de l'hiver 1881-1882 à signaler dans la France centrale, c'est sa sécheresse excessive. En novembre, 2 jours de pluie ont donné, à Clermont, $3^{mm},2$ d'eau ; en décembre, 10 jours ont fourni 25 millimètres, et un seul jour, en janvier, a produit $4^{mm},7$, de sorte que, pendant trois mois, il n'est tombé que 33 millimètres d'eau, ou, en moyenne, 11 millimètres par mois.

Enfin, il est à noter que, le 17 janvier, à 11 heures du matin, par une température de 7°,3, un temps très beau, la pression barométrique s'est élevée à 749 millimètres à Clermont, à l'altitude de 388 mètres, ce qui donne à la température de zéro et au niveau de la mer $786^{mm},77$, au lieu de

786mm,92, obtenus le même jour au parc de Saint-Maur, à 10 heures du matin. La différence est de 0mm,15. C'est la pression la plus forte qui ait été observée dans notre contrée, depuis qu'on y fait des observations régulières, c'est-à-dire depuis quinze ans, et probablement depuis une époque bien plus reculée.

M. Alluard décrit ensuite une terrasse circulaire, bordée par une balustrade de 1 mètre de hauteur et de 30 mètres de circonférence, qui a été ménagée au-dessus de la tour construite au sommet du Puy-de-Dôme pour le service météorologique de l'observatoire. La balustrade a été divisée en 360 degrés, et les degrés ont été gravés au ciseau dans les pierres de taille qui la couronnent. Grâce à cette graduation, tout météore qui apparaît devient facile à observer, même pour une personne qui n'a pas l'habitude des expériences de précision. Un orage survient-il, on marque le point exact où il prend naissance, on le suit dans sa marche, et on note avec soin toutes les particularités qu'il présente jusqu'à l'endroit où il disparaît.

ZOOLOGIE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. A. ROBIN

Recherches anatomiques sur les mammifères de l'ordre des chiroptères.

Les mammifères volants qui constituent l'ordre des chiroptères ont de tous temps attiré l'attention des naturalistes. Les fondateurs de l'anatomie comparée, Daubenton, Pallas, Geoffroy Saint-Hilaire, de Blainville, leur ont consacré des travaux importants, et ils ont été suivis par de nombreux auteurs plus récents. Mais l'intérêt qui s'attache aux organes du mouvement, au squelette et au système musculaire, a fait négliger presque complètement les autres parties de l'organisme sur lesquelles on ne trouve guère que de rares indications éparses dans les traités généraux ou dans de courtes notes.

Cependant la connaissance précise des parties de l'organisme étrangères à la locomotion et qui, par conséquent, n'ont pas subi l'empreinte de l'adaptation secondaire à la vie aérienne, est nécessaire pour se rendre compte des relations qui rattachent ces animaux soit entre eux, soit avec les autres groupes de mammifères. C'est cette étude qu'a entreprise M. Robin et dont il expose les résultats dans la thèse qu'il a soutenue à la Sorbonne.

On peut se demander si la similitude générale de ces animaux, qui sont cependant de régime et jusqu'à un certain point de mœurs si variés, est l'expression d'affinités réelles, ou bien si elle n'est pas simplement déterminée par un mode d'existence identique. Dès l'introduction de son mémoire, l'auteur écarte cette dernière hypothèse; dans tous les groupes, il a rencontré dans la constitution de toutes les parties importantes de l'organisme un même plan général qui lui permet de dire que l'ordre des chiroptères est l'un des plus homogènes de toute la classe des mammifères. Les deux sous-ordres dans lesquels il a été divisé, les mégachiroptères ou rousselles et les microchiroptères ou chauves-souris proprement dites ne sont pas même aussi séparés qu'on l'admet généralement et présentent un trait d'union dans le genre *Harpyia* qui, rousselle par son squelette et sa dentition, est chauve-souris par ses viscères.

Les descriptions anatomiques que l'auteur donne successivement et comparativement des appareils de la digestion, de la respiration, de l'excrétion et de la reproduction, puis des enveloppes fœtales ne peuvent guère se résumer ici. Rappelons seulement les faits généraux qui se dégagent du mémoire.

On pouvait s'attendre à trouver des variations considérables dans la constitution de l'appareil digestif chez des animaux dont certains sont frugivores, tandis que les autres se nourrissent d'insectes et que quelques-uns mêmes sucent le sang des vertébrés supérieurs. Ces variations existent, en effet, mais réduites à ce que les lois de la physiologie rendent strictement nécessaires, c'est-à-dire à des différences dans la forme des dents, la capacité de l'estomac, la longueur de l'intestin, le développement des glandes. Au contraire, si l'estomac revêt une forme singulière et très spéciale chez les espèces unguivores, où il est réduit au grand cul-de-sac démesurément allongé et intestiniforme; il se présente dans toutes les autres formes construit suivant deux types différents, simple ou composé, variant non point avec le mode d'alimentation, mais avec les affinités zoologiques. Il en est de même de la forme du foie qui, souvent, peut fournir aux taxonomistes des indications précieuses, de la constitution du pancréas, compacte chez les rousselles, diffus chez les microchiroptères, du nombre et de l'agencement des papilles gustatives de la langue, etc. Parmi les caractères constants de l'appareil digestif, il faut citer la présence d'odontoïdes tridentés d'une forme particulière vers la pointe de la langue, l'agencement des circonvolutions intestinales et surtout l'existence très générale de deux paires de glandes sous-maxillaires entièrement distinctes.

La glotte contracte avec le voile du palais des rapports analogues à ceux qui sont connus chez le cheval et l'éléphant, disposition qui permet aux chauves-souris de tenir la bouche ouverte pendant le vol sans amener de trouble dans les mouvements respiratoires. Le larynx est très simple et normal, mais des caisses vocales sont constituées dans certaines formes par la modification des anneaux supérieurs de la trachée.

L'appareil génital du mâle présente dans la constitution de ses glandes accessoires des variations notables. Les vésicules séminales, en particulier, revêtent dans les différents groupes des formes très différentes, mais parallèles aux affinités zoologiques et pouvant presque servir de criterium au classificateur. Beaucoup moins importantes sont les variations de la prostate qui sont sans rapports avec la position systématique des genres qui les présentent. Une des familles, celle des rhinolophides, possède, en outre, annexée à la por-

tion membraneuse de l'urèthre, une glande spéciale à laquelle l'auteur donne le nom de glande uréthrale et qui semble représenter morphologiquement les glandes de Littré conglomérées, et être aux glandes de Littré ce que les glandes salivaires sont aux follicules buccaux, mais présente une structure histologique analogue à celle des glandes de Cowper et joue probablement le même rôle physiologique.

Quant aux organes génitaux de la femelle, M. Robin montre que le groupe des chiroptères présente à lui seul toutes les formes d'utérus connues chez les mammifères. Tantôt deux utérus entièrement séparés, même extérieurement, débouchent séparément dans le vagin, tantôt, quoique distincts, ils sont accolés sur une partie de leur longueur, de façon à simuler extérieurement un utérus unique et bicorne. D'autres fois, et c'est le cas le plus général, cette dernière forme d'utérus existe réellement et le développement du corps, par rapport aux cornes, présente toutes les variations possibles. Quelquefois enfin, les cornes font absolument défaut et l'utérus constitue une poche impaire qui n'est pas moins simple chez la femme ou les primates les plus élevés.

On admet d'ordinaire que le degré de coabsence des deux utérus chez la femelle est un criterium du degré de perfectionnement organique des divers groupes de mammifères. Et l'on était en droit de le faire lorsqu'on ne connaissait la duplicité de l'utérus que chez quelques rongeurs et quelques édentés parmi les mammifères placentaires. Mais la variabilité si considérable des formes de cet organe dans un ordre aussi parfaitement homogène est de nature à faire rejeter cette généralisation peut-être trop hâtive. Ajoutons que depuis les premières publications de M. Robin à ce sujet, M. Watson a fait connaître l'existence, chez l'éléphant des Indes, qui n'est certes pas un mammifère dégradé, non seulement de deux utérus, mais de deux vagins distincts.

Le dernier chapitre du mémoire que nous analysons, et non le moins important, est consacré à l'histoire des membranes fœtales. L'importance, dans la recherche des affinités naturelles des caractères tirés de l'embryogénie, et en particulier pour les mammifères des enveloppes de l'embryon, a été trop souvent mise en lumière pour qu'il soit besoin d'y insister ici. Mais dans le cas actuel, la question à résoudre présentait d'autant plus d'intérêt que deux opinions, reposant l'une et l'autre sur des données embryologiques sont en présence sur la position systématique de l'ordre des chiroptères. D'une part, M. Milne-Edwards, se fondant sur la forme du placenta et le degré d'extension de l'allantoïde, réunit en un même groupe tous les mammifères discoplacentaires, c'est-à-dire les primates, les chiroptères, les insectivores et les rongeurs, en formant seulement pour les trois derniers ordres une division, celle des plébéiales, fondée sur des caractères secondaires de perfectionnement organique moins avancé.

D'un autre côté, M. Ercolani et après lui M. Balfour, s'appuyant sur l'origine des vaisseaux sanguins qui se distribuent au placenta et au chorion, divisent les mammifères placentaires en deux groupes qui se seraient séparés en divergeant d'une souche commune à placenta allantoïdien discoïdal, sans caduque et à chorion vascularisé par la vésicule ombilicale. Les premiers ou omphaloïdiens, caractérisés par la part que prend la vésicule ombilicale à la vascularisation du chorion, comprennent les rongeurs, les insectivores et les chiroptères, et, comme terme le plus élevé, les carnassiers zonoplacentaires. Les mammifères allantoïdiens, au contraire, à chorion vascularisé par l'allantoïde, sont représentés par les cétacés, les pachydermes, les édentés, les ruminants, les lémuriens et les primates.

Sans discuter la valeur générale de cette dernière classification, M. Robin a recherché les caractères qui permettent de rattacher les chiroptères aux primates d'une part, aux rongeurs de l'autre. (La structure des enveloppes fœtales des insectivores est malheureusement trop peu connue pour fournir la base de comparaisons précises.) Il s'est ainsi assuré que l'interprétation de M. Ercolani reposait sur une observation inexacte et que la vésicule ombilicale, bien que rattachée au chorion pendant toute la vie fœtale, ne prenait aucune part à sa vascularisation qui est entièrement d'origine allantoïdienne. Tous les caractères embryogéniques des chiroptères les rattachent aux primates; le seul trait qui leur soit commun avec les rongeurs est l'existence entre les membranes fœtales d'une cœlane externe. La vésicule ombilicale est, il est vrai, persistante et continue à s'accroître pendant toute la vie embryonnaire; mais loin de prendre part, comme chez les rongeurs, à la constitution du troisième chorion, elle reste indépendante et joue le rôle d'un organe provisoire de glycogénie.

Pour présenter une généralité qui lui donne un réel intérêt, un travail du genre de celui que nous venons de résumer devait nécessairement reposer sur les observations d'un grand nombre d'espèces différentes. Grâce à la libéralité avec laquelle M. le professeur Alph. Milne-Edwards lui a permis de puiser dans les collections du Muséum d'histoire naturelle, l'auteur a pu étudier, non pas tous les genres de chiroptères, mais un ou plusieurs genres de tous les types importants.

CORRESPONDANCE

Lettre de M. G. Salet sur les photographies spectroscopiques.

J'ai fait, comme vous savez, de la photographie microscopique et spectroscopique. C'est vous dire que j'ai lu avec plaisir l'intéressant article de M. Olivier dans la *Revue*. Je suis parfaitement d'accord avec lui sur l'excellence des résultats qu'on obtient avec le soleil. Mais la lampe Reynier, ou même la lampe à pétrole à trois mèches plates, qui permettent d'opérer en tous temps, fournissent aussi de très bons clichés, dans des temps assez courts, si l'on emploie les glaces de M. Mouckhoven. Pour photographier des objets ayant une certaine épaisseur, je me sers d'un objectif assez faible et d'une chambre très longue — c'est un simple tuyau de poêle

de 4 à 5 mètres. — Je mets au point à l'aide d'une tige rigide — canne à pêche ou tube de laiton léger — de la même longueur, et dont la rotation se transmet au bouton de la vis du microscope à l'aide d'une courroie de caoutchouc.

De plus, pour assurer la netteté des images je n'emploie pas de glace dépolie : je la remplace par une règle de bois que je mets en contact avec le porte-châssis et qui est percée d'un trou ; dans ce trou est fixé un oculaire de spectroscope avec son réticule. C'est ce réticule qui doit être dans le plan focal de l'objectif et qui marque la place de la couche sensible. En faisant glisser la règle on peut observer successivement toutes les parties de l'image avec une précision et une clarté que ne donnerait pas la glace dépolie.

G. Salet.

Lettre de M. Jousset de Bellesme sur la théorie des virus.

Dans l'article que vous avez bien voulu me consacrer en tête de la dernière *Revue scientifique*, vous me faites dire une puérilité en prétendant que le principal grief que j'ai émis contre M. Pasteur, c'est que, *n'étant pas médecin, il n'a pas par conséquent le droit de parler de ce qui touche à la médecine*. Tout le monde a le droit de parler de médecine. En parler avec justesse et connaissance de cause, c'est une autre affaire. Ce n'est pas là du tout ce que j'ai reproché à M. Pasteur. Je lui ai reproché de pécher contre les règles les plus élémentaires de la méthode scientifique, en affirmant constamment et en cherchant à imposer comme certaines, des choses qui ne sont pas démontrées. Je lui ai reproché d'induire les jeunes médecins en erreur, en leur disant qu'on ne peut pas concevoir une maladie transmissible qui ne soit pas produite par un microbe, alors qu'on peut parfaitement concevoir le contraire.

Je lui ai reproché bien d'autres choses encore; mais le reproche que je vous adresserai à vous personnellement, c'est que dans votre note vous avez l'air de me présenter comme un grincheux qui émet des opinions que personne ne partage. Or cela est loin d'être exact.

Vous oubliez sans doute que la théorie de la fermentation alcoolique, uniquement due au développement d'un organisme, a été combattue devant l'Académie des sciences par M. Berthelot à qui vous ne refuserez pas, je pense, quelque compétence en ces matières ; vous oubliez qu'elle est rejetée par la plupart des chimistes et qu'elle n'était pas admise par Cl. Bernard. Je ne puis croire que vous ignoriez non plus que tous les grands zoologistes de ce siècle, les Huxley, les Hæckel, les Darwin, pour ne citer que les plus illustres, n'ont jamais admis les généralisations que M. Pasteur a tirées de ses expériences à propos de la génération spontanée.

Quant au nouveau dogme relatif au rôle des microbes en pathologie, vous avez pu voir le succès qu'il a remporté devant l'Académie de médecine, la seule académie qui, par ses lumières et l'éducation scientifique de ses membres, soit en mesure de discuter ces questions.

Vous voyez bien, monsieur, que je ne suis pas seul, comme vous avez l'air de me le reprocher, à ne pas accepter toutes les doctrines de M. Pasteur. Il y en a beaucoup d'autres qui ne les partagent pas et lorsque j'ai dit que ce savant me semblait engager l'étiologie des maladies infectieuses dans une voie déplorable, en affirmant qu'elles sont toutes le résultat d'invasions de microbes, j'ai conscience d'avoir exprimé l'opinion d'un très grand nombre d'esprits habitués à la précision rigoureuse des sciences.

Si j'avais pu croire ne traduire que mes propres impressions, j'aurais gardé le silence, car j'estime qu'une des qualités qui doivent distinguer l'homme de science, c'est la défiance à l'égard de ses propres idées (1).

Jousset de Bellesme.

Nous sommes forcé malheureusement de reconnaître que M. Jousset de Bellesme maintient l'opinion qu'il avait soutenue, à savoir que les découvertes de M. Pasteur ont été funestes à la médecine; mais, par égard pour notre confrère, nous ne reviendrons plus sur ce sujet.

M. Jousset de Bellesme, se trouvant un peu solitaire dans ces opinions, cherche à s'appuyer sur les idées de maîtres illustres, qui, certes, seraient fort étonnés de l'appréciation qui leur est prêtée relativement aux travaux de M. Pasteur. Que MM. Huxley et Charles Darwin aient soutenu que la génération spontanée peut exister, cela n'étonnera personne. Mais ni M. Huxley ni M. Darwin n'ont prétendu démontrer la génération spontanée; ou du moins cette démonstration n'est pas parvenue jusqu'à nous. M. Huxley et M. Darwin savent parfaitement ce que M. Pasteur a prouvé, c'est-à-dire que, dans les conditions expérimentales actuelles, jamais on n'observe de génération spontanée.

Quant aux opinions de Claude Bernard et de M. Berthelot, c'est à peine si elles diffèrent de celles de M. Pasteur. Il est certain que la transformation de sucre en alcool se fait par une opération chimique. Mais les substances chimiques qui transforment le sucre en alcool sont produites par des organismes vivants. On conçoit très bien que le dédoublement du sucre puisse s'opérer par des moyens purement chimiques, en dehors de toute levure de bière et de tout ferment organisé. Mais, dans la fermentation alcoolique normale, les agents chimiques intermédiaires sont sécrétés par des êtres vivants. Ce sont des êtres vivants qui, grâce aux forces chimiques dont ils sont doués, opèrent les transformations chimiques de la glucose.

Nous voilà bien loin des virus, des virus vaccins et des

(1) Je tiens à constater que le texte de la conférence de M. Chamberland que vous avez reproduit n'est pas tel qu'il a été lu à la Sorbonne. La classification des microbes en microbes mobiles et microbes immobiles a été supprimée. J'étais présent et d'autres personnes aussi peuvent témoigner de cette suppression.

germes morbides; mais il me semble que, sur ce point, la lumière est faite. Tout le monde, excepté M. Jousset de Bellesme, reconnaît que, si M. Pasteur parle médecine *sans connaissance de cause,* cependant il a fait faire à lui tout seul plus de progrès à la médecine que dix mille praticiens plus compétents que lui ès sciences médicales.

CH. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 3 AVRIL 1882.

PHYSIQUE. — M. *Marey* a employé la photographie instantanée pour l'analyse des mouvements chez les animaux.

L'auteur a réussi à construire, dans les dimensions d'un fusil de chasse, un appareil qui photographie douze fois par seconde l'objet que l'on vise; chaque image n'exige, comme temps de pose, que 1/720 de seconde.

Après des expériences d'essai, il aborda la photographie d'animaux en mouvement. On voit sur les épreuves une mouette qui vole. Sur d'autres, l'image de mouettes volant en plein travers; comme l'oiseau donnait exactement trois coups d'aile par seconde, on trouve dans les douze figures quatre attitudes successives qui se reproduisent périodiquement.

Les ailes sont d'abord élevées au maximum, puis elles commencent à s'abaisser; dans l'image suivante, elles sont au plus bas de leur course, et dans la quatrième elles se relèvent. Une nouvelle série pareille de mouvements revient alors, et ainsi de suite.

En photographiant l'oiseau dans d'autres conditions, par exemple lorsqu'il s'éloigne de l'observateur ou qu'il s'en rapproche, lorsqu'il est vu par en dessous ou par en dessus, on obtient d'autres renseignements sur le mécanisme du vol; ainsi on observe aisément les changements d'inclinaison du plan de l'aile, l'inflexion des rémiges sur la résistance de l'air, les mouvements par lesquels le corps se porte en avant pendant l'abaissement de l'aile, en arrière pendant l'élévation.

On entrevoit déjà qu'aux différentes formes des oiseaux et des insectes correspondent des différences dans la manière de voler; or rien ne paraît plus propre à éclairer le mécanisme du vol que cette comparaison de la fonction avec la conformation des organes chez les différentes espèces.

— M. *H. Lagarde* a recherché l'évaluation de la conductibilité thermique par la mesure des temps pendant l'état variable.

On peut, avec deux plaques de même substance et d'épaisseurs différentes assez faibles, trouver, par quatre déterminations de temps exécutées rapidement, soit la résistance thermique, soit le coefficient de conductibilité, qui constituent une constante caractéristique importante pour les diverses substances.

— M. *D. Tommasi* continue ses travaux sur l'électrolyse, et il soumet au contrôle de l'expérience la loi suivante. Lorsqu'un courant voltaïque traverse plusieurs électrolytes, pour qu'il y ait décomposition, il faut que la quantité de calories produites par la pile soit égale à la somme de calories absorbées par chaque électrolyte, augmentée des calories nécessaires à vaincre la résistance totale des électrolytes.

— M. *Éd. Landrin* expose ses recherches sur la solubilité des aluminates de chaux dans l'eau. Influence de cette solubilité sur le durcissement définitif des matériaux hydrauliques.

PATHOLOGIE. — M. *de Lesseps* présente une note sur les quarantaines imposées à Suez aux provenances maritimes de l'extrême Orient.

Il croit ce moyen inefficace pour arrêter les progrès du choléra et propose d'autres modes de prophylaxie maritime. En attendant il serait désireux qu'une nouvelle conférence internationale, réunie à Paris, à Londres ou à Bruxelles, sur la demande de notre gouvernement auprès des divers cabinets de l'Europe, apportât des modifications aux abus qui se produisent de la part de la commission internationale égyptienne à l'égard des provenances de la mer Rouge à l'entrée du canal maritime de Suez; on pourrait en même temps prescrire des mesures pour ne pas laisser établir des foyers d'infection cholérique dans les pèlerinages de l'Arabie et de l'Inde.

Divers membres de l'Académie, qui ne partagent pas les opinions de M. de Lesseps, présentent au bureau, après la lecture de cette note, des objections ou des réclamations dont M. Bouley se propose de se faire l'interprète dans une communication spéciale et prochaine.

— M. *A. Rodet* a cherché à préciser la rapidité de la propagation de la bactéridie charbonneuse inoculée.

Il arrive à un résultat qui se résume ainsi : c'est un défaut absolu de règle pour la rapidité d'absorption. L'explication serait l'activité particulière et variable des bactéridies, dont la multiplication joue sans doute un grand rôle dans le phénomène de la propagation; la nature intime du terrain organique, analogue chez tous les animaux de même espèce, mais non sans doute absolument identique et pouvant présenter des différences d'ordre physique, chimique ou physiologique; enfin, la localisation de la bactéridie en tel ou tel point du tissu sous-dermique, localisation plus ou moins favorable au séjour ou à la propagation.

CHIMIE. — M. *C. Tanret,* au sujet des peptones et alcaloïdes, répond à M. J. Béchamp et réclame la priorité pour quelques faits établis par lui précédemment.

— M. *Bouquet de la Grye* présente une note sur la densité et la chloruration de l'eau de mer puisée à bord du *Travailleur,* en 1881.

Dans le golfe de Gascogne, on a trouvé 1,02718; vis-à-vis des îles Berlingas, sur la côte du Portugal, 1,02795; puis au cap Tres Forcas, en dedans du détroit de Gibraltar, 1,02855; et enfin, au large de Nice, le maximum 1,02964.

Les eaux de la surface sont moins salées et moins denses que celles inférieures, et, en général, l'accroissement varie dans le même sens que la profondeur.

— M. *J. Blake* contredit les opinions de M. Richet relativement à la toxicité des métaux comparée à leur poids atomique. Il pense que la loi établie par M. Rabuteau est exacte, et qu'il y a un rapport étroit entre l'atomicité d'un corps et sa toxicité.

— MM. *P. Cazeneuve* et *Didelot* décrivent quelques propriétés physiques du camphre bichloré.

Il est insoluble dans l'eau, à laquelle il donne toutefois

son odeur. Projeté à sa surface, il prend des mouvements giratoires très intenses, comme le camphre. Il est peu soluble dans l'alcool très froid. Son coefficient de solubilité dans ce liquide augmente rapidement avec la température. A l'ébullition, le camphre bichloré paraît se dissoudre en toutes proportions. Il est très soluble dans le chloroforme, dans le sulfure de carbone. Il est extrêmement soluble dans l'éther; il se liquéfie même au contact de la vapeur d'éther. Cette solution éthérée, abandonnée dans un ballon ouvert, cristallise difficilement. L'éther paraît retenu énergiquement, comme s'il s'effectuait une sorte de combinaison moléculaire.

PALÉONTOLOGIE. — M. *G. de Saporta* décrit quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile.

Dans un terrain pliocène inférieur : Cinérites du Cantal, un de ces types serait le premier sapin tertiaire dont il soit donné d'observer à la fois les divers organes.

Les feuilles ne sont pas échancrées bifides au sommet, comme celle de l'*Abies cilicica,* Carr., ni aiguës comme celles de l'*Abies cephalonica,* Link., mais plutôt atténuées obtuses, comme celles de l'*Abies numidica* de Lannoy; mais elles ressemblent particulièrement, par leur forme, leur dimension et leur disposition, à celles de l'*Abies Apollinis,* Rauch, sapin des montagnes du Parnasse, introduit dans nos cultures, qui représente une forme locale de l'*A. cephalonica.* Comme les écailles de l'espèce pliocène, dont la conservation est admirable, se rapprochent sensiblement de celles d'un *Abies cephalonica,* et qu'elles reproduisent aussi l'aspect de celles de l'*Abies numidica,* autant que j'ai pu en juger d'après des échantillons communiqués par M. Héring, il s'ensuit que ce sapin pliocène se range presque à une égale distance des deux races actuelles qui viennent d'être citées. A raison même de cette double parenté, on lui applique le nom d'*Abies intermedia.*

GÉOLOGIE. — M. *Virlet d'Aoust* fait quelques observations à propos d'une communication récente de M. Dieulafait sur les roches ophitiques des Pyrénées.

Dans une lettre adressée à Élie de Beaumont, le 10 mars 1863, l'auteur a démontré que la fameuse ophite de Bayen ou de Palassou, la seule véritable ophite, avec laquelle les géologues ont souvent confondu les diorites siluriennes et dévoniennes, était une roche d'origine sédimentaire, une roche principalement composée d'éléments feldspathiques, une espèce de kaolin remanié, coloré par des substances vertes, puis modifié par des actions métamorphiques normales, ayant agi, selon les points, avec plus ou moins d'intensité ou pendant un temps plus ou moins prolongé : de là, les divers états sous lesquels elle se présente, euritique, porphyrique, et, enfin, lherzolithique, et il est heureux de voir M. Dieulafait venir confirmer, en partie du moins, l'exactitude des faits qu'il avait observés.

ZOOLOGIE. — M. *J. Lichtenstein* décrit le puceron des lataniers (*Cerataphis lataniæ*) (*Coccus lataniæ* Boisduval, *Boisduvalia lataniæ* Signoret).

A première vue, on dirait un phylloxera ailé : il en a la taille, la couleur et *porte ses ailes à plat,* caractère très rare chez les aphidiens, dont il n'y a que quatre genres (*Aploneura, Vacuna, Phylloxera,* et le nouveau venu).

Mais, à l'examen microscopique, les antennes de cinq articles, la cubitale fourchue au lieu d'être simple, la présence d'embryons formés dans l'abdomen, sont autant de caractères qui l'éloignent du phylloxera et le rattachent au genre *Vacuna,* dans lequel il pourrait même se ranger à la rigueur, mais dont il se distingue par la présence de deux petites cornes coniques et aiguës sous le front, entre les antennes.

VITICULTURE. — M. *Balbiani* adresse une lettre sur la nécessité de détruire l'œuf d'hiver du phylloxera, d'où il ressort qu'il est trop tard maintenant pour procéder aux expériences que l'administration se proposait de faire, attendu que les œufs d'hiver ont déjà commencé à éclore, au moins dans les départements du sud-est, et que les éclosions ne tarderont pas non plus à devenir générales dans les autres régions de la France, ce qui va accroître encore le mal en intensité et en étendue.

— M. *Valery Mayet* étudie également l'œuf d'hiver du phylloxera.

MINÉRALOGIE. — M. *J. Thoulet* a fait des recherches expérimentales sur la conductibilité thermique des minéraux et des roches.

La mesure des résistances thermiques du verre, du fer et de l'anhydrite, et, par conséquent, celle du coefficient de conductibilité de ces corps, se fait en déposant sur un bloc de fer chauffé à des températures variant de 100° à 160°, mais fixes pour une même série d'expériences, des plaques minérales d'épaisseurs diverses variant de $0^m,015$ à $0^m,007$. Ces plaques, revêtues de lames minces de papier d'étain et avec certaines dispositions expérimentales, supportent des index fusibles, les uns à 50° (stéarine), les autres à 84° (cire de Carnauba). On note le temps qui s'écoule entre la fusion des premiers et celle des seconds, et l'on construit la courbe en prenant pour abscisses les températures de la source, et pour ordonnées les temps mesurés à l'aide d'un compteur à pointage.

MÉCANIQUE. — M. *de Saint-Venant :* Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice.

MÉTAPHYSIQUE. — M. *Yvon Villarceau :* Essai philosophique sur la méthode nommée par son auteur *Science de l'ordre.*

ASTRONOMIE. — M. *F. Tisserand :* Sur les déplacements séculaires des plans des orbites des trois planètes.

— M. *Gonnessiat :* Observations de la comète *a* 1882, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner, 6 pouces [$0^m,19$]).

— M. *P. Tacchini :* Observations de la comète *a* 1882, faites à l'observatoire royal du Collège romain, avec l'équatorial de Merz.

MATHÉMATIQUES. — M. *Laguerre :* Sur les hypercycles.

— M. *E. Picard :* Sur l'intégration, par les fonctions abéliennes, de certaines équations aux dérivées partielles du premier ordre.

— M. *H. Poincaré :* Sur les fonctions fuchsiennes.

— M. *Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *J.-S. Vanecek ;* Sur l'inversion générale.

— M. *J. Boussinesq :* Résistance d'une barre prismatique et homogène, de longueur supposée infinie, au choc transversal et au choc longitudinal.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Archiv fur die gesammte physiologie (tome XXVI, fascicules 1 à 12, 1881). — *Goltz, Mering* et *Ewald :* Des fonctions de l'encéphale. — *Loew* et *Bokorny :* Mort du protoplasma végétal par diverses influences. — *Lewaschiw :* Influence de la température sur les centres vaso-moteurs de la périphérie. — *Van Loon, Van Iterson* et *Engelmann :* Influence des altérations partielles sur l'excitabilité électrique des muscles. — *Bubnoff* et *Heidenhain :* Excitation et inhibition des centres moteurs du cerveau. — *Charles :* Des gaz de la bile. — *Léo :* Recherches sur la formation d'azote libre dans l'organisme. — *Griesheim :* Nombre proportionnel des mâles et des femelles chez la grenouille (*Rana fusca*). — *Pfluger :* Remarques sur les causes qui déterminent la prépondérance numérique de tel ou tel sexe. — *Oppenheim :* Influence du travail musculaire sur l'élimination d'urée et de sucre dans le diabète. — *Fernig :* Méthode pour le dosage des chlorures dans l'urine. — *Aubert :* Influence de la température sur l'élimination d'acide carbonique et sur l'irritabilité des grenouilles dans des atmosphères privées d'oxygène. — *Wintschgau :* Mesure de la durée des mouvements de l'iris. — *Falck :* Dosage de l'urée par l'hyprobomite de soude. — *Tupoumoff :* D'une nouvelle méthode pour mesurer la masse du sang sur l'homme (1). — *Rumf :* Action de la lymphe sur les éléments du système nerveux central. — *Kreis :* Transformation de l'oxyde de carbone après empoisonnement par ce gaz. — *Hermann :* Filtration du lait. — *Luchsinger :* Cœur veineux dans l'aile de la chauve-souris. — *Szpilmann* et *Luchsinger :* Atropine et muscles à fibres lisses. — *Sokoloff* et *Luchsinger :* Physiologie des uretères. — *Kandaraski :* De la toux et de l'action du chloroforme sur la respiration. — *Hermann :* De la théorie moléculaire du courant propre des nerfs et des muscles. — *Boas :* D'une nouvelle forme de la loi de différenciation des sensations. — *Engelmann :* Contractions des muscles striés. — *Pekelharing :* Des peptones. — *Engelmann :* Structure des fibres striées aux extrémités du faisceau musculaire. — Biologie des schizomycètes. — *Heidenhain :* Excitation et inhibition, réponse à M. Munck. — *Hogijes :* Des causes des oscillations acoustiques après l'augmentation de la pression tympanique.

— Revue médicale de la Suisse romande (numéro I, 15 janvier 1882). — *Reverdin :* Trois cas de hernies ombilicales. — *Zahn :* Notes sur les plis respiratoires du diaphragme. — *Maunoir :* Utilisation du tubercule cutané dans le bec de lièvre. — *Rogivne :* Un cas d'ostéomyelite aiguë. — *Prevost :* Rôle de la syphilis comme cause de l'ataxie locomotrice progressive.

— (Numéro 2, 15 février 1882). — *Long :* Note sur un cas de rage chez l'homme. — *Secretan* et *Larguier :* Calcul biliaire volumineux expulsé par l'anus. — *Corrard :* Occlusion intestinale par calcul biliaire. — *Dubois :* Note sur deux calculs biliaires volumineux. — *Prevost :* Rôle de la syphilis comme cause de l'ataxie locomotrice et progressive.

— (Numéro 3, 15 mars 1882). — *Biandet* et *Bugnion :* Histoire d'un monstre xophopage. — *Zahn :* Ulcères simples de l'estomac et du duodénum. — *Secretan :* A propos d'un cas de pemphigus aigu vrai. — *Dunant :* Les viandes américaines et les trichines.

— Journal de pharmacie et de chimie (tome V, avril 1882). — *A. Vulpian :* Sur des essais de traitement sur la fièvre typhoïde au moyen du salicylate de bismuth. — *De Kouinek :* Sur l'emploi du permanganate potassique en solution alcaline pour l'essai et la purification du chloroforme. — *J. Regnauld :* Observations sur le chloroforme destiné à l'anesthésie. — *Le Roux :* Exposition d'électricité. — *Ad. Wurtz :* Note sur le mode d'action des ferments solubles. — *P. Carles :* Sur l'huile de foie de morue. — *Bardy* et *Riche :* Altération des eaux. — *Ordonneau :* Action de l'iode sur l'alcool dénaturé. — *Boiret :* Sur le dosage du sucre par la liqueur de Fehling. — *Gambillard :* Injections au bromure de potassium. — *Saint-Mercier :* Coloration des pâtes alimentaires avec l'aniline jaune.

— Bulletin de la Société de géographie (août et septembre 1881). *Gustave Le Bon :* De Moscou aux monts Tatras. — *Jean Bayol :* Voyage au pays de Bamako sur le haut Niger. — *Alfred Marche :* Le tremblement de terre de Luçon. — *L. Quintin :* Étude ethnographique sur les pays entre le Sénégal et le Niger. — *F. Romanet du Caillaud :* Ethnographie du Tonkin. — Réponse aux objections de M. le docteur Harmand. — *Harmand :* Origine des Annamites et des sauvages. — Réponse aux objections de M. F. Romanet du Caillaud. — *F. Romanet du Caillaud :* Ethnographie du Tonkin. — Deuxième réponse aux nouvelles objections du docteur Harmand.

(1) Le nom de M. Tupoumoff est probablement inconnu à la plupart de nos lecteurs. C'est par erreur que ce soi-disant travail a été inséré dans l'excellent recueil que nous analysons ici. Ce n'est qu'une plaisanterie de mauvais goût.

CHRONIQUE

Collège de France. — Voici le programme des cours du second semestre 1882, qui ont été ouverts au Collège de France le 17 avril dernier :

Mécanique céleste. — M. J.-A. Serret, membre de l'Institut, professeur. — M. Jordan, membre de l'Institut, Académie des sciences, suppléant, traitera des développements en série, les jeudis et samedis, à midi trois quarts.

Mathématiques. — M. Liouville, membre de l'Institut, traitera du calcul intégral et en particulier des intégrales définies, les jeudis et samedis, à dix heures.

Physique générale et mathématique. — M. Bertrand, membre de l'Institut, professeur. — M. Maurice Lévy, suppléant, traitera du transport et de la division électriques de l'énergie, les mardis et vendredis, à une heure.

Physique générale et expérimentale. — M. Mascart traitera des mesures d'électricité, les mardis et samedis, à dix heures et demie.

Chimie minérale. — M. Schützenberger traitera des phénomènes généraux de la chimie, les mardis et samedis, à une heure et demie.

Chimie organique. — M. Berthelot, membre de l'Institut, traitera de la synthèse des composés organiques, les lundis et vendredis, à dix heures et demie.

Médecine. — M. Brown-Sequard traitera des influences des irritations périphériques sur l'encéphale et d'autres parties de l'organisme animal, les mardis et les samedis, à deux heures et demie.

Histoire naturelle des corps inorganiques. — M. Fouqué, membre de l'Institut, traitera des roches volcaniques au point de vue de leur âge, les jeudis et samedis, à neuf heures du matin.

Histoire naturelle des corps organisés. — M. Marey, membre de l'Institut, exposera ses nouvelles recherches sur la locomotion animale, les mardis et samedis, à deux heures.

Embryogénie comparée. — M. Balbiani traitera de la reproduction et du développement des grégarines, des psorospermies et des bactéries, les mardis et samedis, à une heure et demie.

Anatomie générale. — M. Ranvier traitera des centres nerveux, sympathiques et cérébro-spinaux, les mardis et jeudis, à quatre heures.

— Assistance publique. — L'administration des hospices civils de Saint-Étienne (Loire) rappelle que, le lundi 12 juin 1882, un concours public pour une place de chirurgien sera ouvert à l'Hôtel-Dieu de Lyon. Le concours aura lieu devant le conseil d'administration, assisté d'un jury médical; il durera cinq jours et se composera de cinq épreuves.

Le chirurgien, nommé à la suite de ce concours, entrera en fonctions le 1er juillet 1882. Son traitement sera de 1500 francs par an. La durée des fonctions est fixée à vingt ans.

S'adresser, pour les conditions particulières, au secrétariat des hospices, rue Valbenoîte, n° 40.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [637]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 17 29 AVRIL 1882

Paris, le 28 avril 1882.

Sur l'initiative des directeurs et avec l'acquiescement de MM. Germer Baillière et Cie, une Société vient de se former entre nous et quelques-uns de nos amis, laquelle a pour objet de continuer, en la développant, la publication de la *Revue scientifique* et de la *Revue politique et littéraire.*

Cette Société prend le nom de « Société anonyme des Deux Revues ».

Les directeurs actuels deviennent directeurs statutaires.

Il a été procédé, samedi et mercredi derniers, à la nomination du conseil d'administration.

M. Germer Baillière en a été nommé président;

M. Charles Richet, vice-président.

Les autres membres du conseil sont, par ordre alphabétique :

Mme Adam (Edmond), directrice de la *Nouvelle Revue;*
MM. Breguet (Antoine);
Buloz (Ch.), directeur de la *Revue des Deux Mondes;*
Hébrard, sénateur, directeur du *Temps;*
Reinach (Joseph).

M. Félix Alcan est secrétaire du conseil et gérant statutaire de la Société.

Cette modification d'ordre purement administratif, sans rien changer ni à l'esprit ni au caractère de nos deux recueils, non plus qu'à leur format ou à leur périodicité, nous permettra d'introduire d'importantes améliorations. Ce que pourront y gagner la *Revue scientifique* et la *Revue politique et littéraire,* les noms qui viennent de se joindre aux nôtres le disent assez à nos lecteurs et à nos abonnés.

Les funérailles de Darwin.

Au milieu d'une grande affluence et d'une foule recueillie où se trouvaient réunies toutes les illustrations de la science, des lettres et de la politique, ont été célébrées mercredi, à l'abbaye de Westminster, les funérailles de Charles Darwin. Le corps, traîné par quatre chevaux, avait été amené la veille du village de Down, dans le comté de Kent.

Vers onze heures et demie, le lord-maire de Londres, accompagné de la lady mayoress, venait prendre place dans l'abbaye dont la grande cloche sonnait le glas funèbre, et quelques minutes avant midi, le cortège, s'étant formé dans la salle du chapitre, pénétrait dans l'église par la porte du cloître de l'Ouest.

Les cordons du poêle étaient tenus par le duc de Devonshire, le duc d'Argyll, M. J.-R. Lowell, ministre des États-Unis, M. Spottiswoode, président de la Royal Society, sir Joseph Hooker, M. A.-R. Wallace, le professeur Huxley, sir John Lubbock, président de la Linnæan Society et le chanoine Farrar. Le deuil était conduit par les cinq fils du défunt.

M. Gladstone, malade en ce moment, n'a pas pu assister à cette imposante cérémonie.

Parmi les personnages présents à la cérémonie on remarquait les ambassadeurs de France, d'Allemagne, d'Italie, d'Espagne, le marquis de Salisbury, lord Aberdare, sir Stafford Northcote, sir Charles Dilke.

Après les prières et les hymnes, le cercueil de Darwin qui porte cette seule inscription : « Charles-Robert Darwin, né le 12 février 1809, mort le 19 avril 1882 », a été placé dans son tombeau près de celui d'Isaac Newton, non loin de la tombe de Livingstone et de J. Herschell.

BIOGRAPHIES SCIENTIFIQUES

SOCIÉTÉ DES MÉDECINS ET CHIRURGIENS DE NEW-YORK

M. JACOBI

Rudolf Virchow.

Rudolf Virchow est né le 13 octobre 1821, à Schivelbein, petite ville de la Poméranie (Allemagne du Nord). En 1843, il prit ses degrés en médecine à l'Université de Berlin; en 1846, il fut nommé prosecteur de l'hôpital de la Charité et eut la direction de toutes les pièces anatomiques de ce grand établissement; il y commença ses conférences sur l'anatomie pathologique. En 1847, il fut reçu comme agrégé (privat-docent) à l'Université; la même année, il fondait avec Reinhardt, qui mourut en 1852, les *Archives d'anatomie et de physiologie pathologiques et de médecine clinique,* qui en est aujourd'hui à son quatre-vingt-huitième volume.

En 1848, il fut envoyé en mission dans la haute Silésie pour y étudier une épidémie de typhus famélique. Son rapport est un chef-d'œuvre; il contient des observations remarquables au point de vue médical et social, très appréciées par les savants et, comme son autre livre sur la disette dans les montagnes du Spessart, il est tenu en haute estime par l'administration.

En 1849, il éditait la *Réforme médicale,* en collaboration avec Leubüscher, qui mourut trop tôt, comme Reinhardt. Les idées qu'il proclamait, sa participation au mouvement libéral de 1848 déplurent au gouvernement; on lui retira les positions publiques qu'il occupait; mais les Sociétés médicales de Berlin furent toutes si unanimes dans leurs efforts pour le retenir, qu'il fut réinstallé. Tant il est vrai qu'il existe une force plus puissante que celle des sabres et des baïonnettes, même dans la militaire Allemagne, l'opinion publique. Toutefois, il ne resta pas longtemps à Berlin, il accepta la chaire d'anatomie pathologique à l'Université de Wurzbourg et l'occupa jusqu'en 1856, époque à laquelle il fut rappelé à Berlin pour y remplir une position semblable.

Avant de quitter Wurzbourg, il avait publié ses *Contributions à la médecine scientifique* (Francfort-sur-le-Mein, 1856). Son célèbre mémoire sur les *Essais en faveur de l'unité dans la médecine scientifique,* publié pour la première fois en 1849, se trouve en tête de cette publication. Je ne ferai que mentionner les titres des autres mémoires, pour rappeler aux plus anciens de mes auditeurs les grands changements qui ont eu lieu de notre temps en physiologie et en pathologie : *Propriétés physiques et chimiques, métamorphoses, origine et coagulation de la fibrine,* ont été écrits en 1845 et dans les années suivantes. On y retrouve également ses travaux célèbres : *Sur les globules blancs du sang et la leucémie,* qui datent de 1845, ses 500 pages sur *le Thrombosis* et *l'Embolisme; l'Inflammation des vaisseaux sanguins ; l'Infection septique* (1846-1853); *Contributions à la gynécologie; État puerpéral* (1847); *Formation du placenta* (1853); *Flexions utérines* (1850); *Chute de l'utérus* (1846); *Grossesse extra-utérine* (1850-1856); *Élimination de l'acide urique dans le fœtus et le nouveau-né* (1846); *Hydronévrosis congénitale* (1854); *Apoplexie du nouveau-né* (1850); *Contributions à la pathologie du cerveau,* qui comprennent les *Mémoires sur les Granulations des parois des ventricules cérébraux* (1846), *sur le Crétinisme* (1851-1852), *les Difformités crâniennes, Hétéroplasie de la substance grise* (1851), *État sénile des os plats* (1852), et enfin, un mémoire sur les *Cancroïdes* et les *Papillomata* (1850).

A la même époque, il s'occupait d'autres questions. Sa collection de traités se rapportant à la médecine publique et à l'épidémiologie (Berlin, 1879) contient un certain nombre de mémoires qui datent de la même époque. Ils comprennent aussi différents articles écrits de 1848 à 1879, sur *l'Hygiène publique, la Réforme de la médecine, les Épidémies et les Endémies, les Statistiques de morbidité et de mortalité, les Hôpitaux, la Médecine militaire, l'Assainissement des villes, l'Hygiène scolaire, les Lois criminelles et la Médecine légale.*

Toutefois, lorsqu'on prononce le nom de Virchow, on fait naître tout d'abord dans l'esprit l'idée d'un savant illustre entre tous, par ses découvertes dans l'anatomie pathologique.

L'anatomie pathologique est cette branche de la science qui traite de l'origine, du développement et de la nature des altérations qui se produisent dans les parties solides et liquides du corps et qui constituent la maladie. Ces altérations furent étudiées sérieusement à l'origine, seulement à un point de vue grossier et macroscopique, plus tard d'après la méthode morphologique, avec ou sans la chimie pathologique plus récente encore que l'anatomie pathologique proprement dite. Parler de l'origine du développement et de la nature des altérations, c'est caractériser la science actuelle; car, autrefois, on ne s'occupait que des changements accomplis dés organes. Théophile Bonetus, qui réunit en 1675 les trois mille autopsies connues depuis deux mille ans; Morgani, dans son célèbre livre : *les Sièges et les causes des maladies, étudiés au point de vue anatomique* (1761); Bichat (1801), dans ses *Essais d'étude des tissus malades;* Aloys Vetter (1803), dans ses *Aphorismes d'anatomie pathologique;* Biermayer, premier prosecteur de l'hôpital général de Vienne, fondé par l'empereur Joseph, sous l'invocation : *Saluti et Solatio,* et Wagner, son successeur, ne s'occupèrent pas d'autre chose.

Le successeur de Wagner, dans cette chaire, fondée le 26 juin 1812, fut Carl Rokitanski.

Pour bien apprécier toute l'influence qu'exerça ce dernier, il faut examiner quelles étaient les facilités du diagnostic à cette époque. Prenons pour exemple les fièvres. On distinguait les fièvres catarrhales avec prédominance d'un léger catarrhe; lorsqu'il y avait douleur des muscles ou des articulations, la fièvre devenait catarrho-rhumatismale ou rhumatique; lorsqu'on se trouvait en présence de symptômes gastriques, c'était une fièvre gastro-catarrhale ou gastro-rhumatique; une mauvaise langue, une douleur dans l'épigastre droit, en faisaient une fièvre bilieuse, ou gastro-

bilieuse, ou bilieuse rhumatique; avec de la céphalalgie ou du délire, c'était une fièvre gastrique nerveuse ou bilio-nervo-rhumatique. C'étaient des complications sans fin de termes et de symptômes; mais, à cette époque, on ne pouvait faire mieux. La plupart des maladies étaient diagnostiquées d'après les symptômes les plus superficiels du pouls, de la langue, etc. C'était l'époque où Hahnemann, son système, son école, sa secte, se trouvait sur un pied d'égalité avec le système, l'école et la secte du premier venu se qualifiant de savant. Le rôle de Rokitanski fut de prouver, comme Andral l'avait fait peu de temps avant lui, et de proclamer plus haut qu'Andral n'avait pu le faire que la maladie suppose un changement de structure et non de sensations ou de symptômes. Il sut indiquer, suivant l'heureuse expression de Virchow, un certain nombre de types pathologiques naturels et facilement reconnaissables.

En appelant votre attention sur un seul exemple, celui de la fièvre typhoïde, dont Rokitanski a su faire une entité anatomique, au lieu de la ranger dans les fièvres nerveuse, bilio-nerveuse et gastrique, nous avons indiqué le service rendu par un grand homme à l'anatomiste et au médecin. Il prouva que les symptômes les plus variés peuvent dépendre de changements anatomiques identiques ou à peu près semblables et que d'autres fois des symptômes identiques ou très semblables peuvent dépendre des changements différents. La similitude de plusieurs symptômes dans la fièvre typhoïde et la tuberculose aiguë a donné lieu à bien des erreurs, à bien des études, jusqu'au jour où Skoda résolut ce grave problème du diagnostic différentiel. Rokitanski a mérité une place dans l'histoire de la médecine; toutefois, il n'est pas le juge suprême et impeccable dans toutes les questions anatomiques et histologiques; au contraire, ses travaux, tels qu'on les trouve dans le premier volume de son *Manuel d'anatomie pathologique*, furent entrepris et en partie terminés pendant le temps où Schwann, le premier, trouvait que tous les tissus animaux dérivent des cellules. Aussi la partie histologique, même dans le second volume (1846), est-elle défectueuse; c'est là son premier défaut. La seconde erreur, qui fut aussi celle de son école, consista à reprendre les idées de la pathologie humorale. La mixtion anomale du sang (*crasis*), théorie qui prit naissance des recherches chimiques faites par les auteurs français Gavarret et Andral, fut regardée par lui comme la cause première d'une foule de maladies générales et constitutionnelles.

La troisième erreur capitale de Rokitanski fut de croire et d'agir suivant la conviction que la branche de la pathologie qui faisait l'objet de ses études comprenait tout ce qu'il importait de connaître en médecine.

Cependant il convient de ne pas oublier que ce savant passa sa vie dans l'amphithéâtre de dissection, que, du 1er novembre 1817 au 8 octobre 1878, on fit, à Vienne, 70 087 autopsies, et l'on excusera, tout en la déplorant, cette étroitesse de vue qui lui fit croire que ses efforts étaient suffisants pour l'étude théorique et pratique de la médecine. Il vit des organes détruits ou altérés : la vie semblait incompatible avec cette destruction ou cette altération, il ne sut pas trouver le remède et se borna à déclarer la science impuissante.

Il devint ainsi le chef de cette soi-disant école de Vienne qui fit faire de rapides progrès aux connaissances anatomiques et au diagnostic des maladies, mais qui se bornait à lever les mains au ciel, avec désespoir, alors que le malade réclamait la santé ou le soulagement.

Les grands défauts de Rokitanski et de son école furent donc l'ignorance, le mépris de l'histologie; les tendances à la pathologie humorale et un scepticisme en thérapeutique qui partit de Vienne pour aller, de là, corrompre une grande partie des praticiens du globe.

Revenons à Virchow et voyons comment il combattit ces défauts, ces erreurs et ces difficultés.

A l'époque où Rokitanski travaillait et écrivait, au temps où Virchow commençait sa carrière, la science médicale allemande n'avait ni indépendance ni originalité.

Il n'y avait pas de pays en Europe où l'observation des faits fût moins en honneur. L'Angleterre, depuis John Hunter, s'était adonnée avec ardeur à l'étude de l'anatomie pathologique; Carswell, dans son *Anatomie pathologique* (1838), avait étudié les formes élémentaires des processus morbides. Des physiologistes comme Bell et Marshall Hall avaient développé les connaissances positives; de grands médecins, Bright, Abercrombie, Hope, Williams, et après lui Stokes, avaient enrichi le champ de la pathologie. Cette période, jusqu'en 1830 correspond aussi à une des époques les plus brillantes de la médecine française. Jamais la science ne fut représentée dans ce pays par un aussi grand nombre d'hommes illustres et laborieux. Bichat, Bayle, Dupuytren, Laennec, Cruveilhier, Rostan, Chomel, Gendrin, Bretonneau, Andral, Louis Billard, Piorry, Magendie et bien d'autres élevèrent la médecine française au premier rang.

Pendant ce temps, la médecine allemande était dirigée par ce qu'on appelait la philosophie de la nature.

Le seul grand philosophe de la fin du siècle précédent, Emmanuel Kant, avec sa grande intelligence, son jugement droit, ses profondes connaissances en mathématiques et sa méthode scientifique, était oublié ou mal compris. Sa *Critique de la raison pure* date aujourd'hui d'un siècle. Fichte, Schelling, Hegel, Feuerbach, le disciple le plus remarquable d'Hegel, ne suivirent pas la voie qui leur avait été ouverte par le génie si droit et si élevé de Kant. Sous l'influence de la philosophie allemande de cette époque après Kant, si peu intelligible qu'on l'appela profond, si abstrait qu'on donna à tous les Allemands le titre de penseurs, tout ce qui, en médecine, était laissé de côté comme vieilli et traditionnel devint un sujet de spéculation *à priori*. Les bases de ces spéculations s'appuyaient sur des raisonnements et non sur des faits, sur des théories et non sur l'expérience, moins encore sur l'expérimentation.

Virchow, le premier, déclara que les faits et l'expérimentation devaient être, en dépit des difficultés à les réunir et à les établir, les seules bases de la médecine scientifique. Il comprit parfaitement aussi que la littérature des deux mille ans écoulés contenait un grand nombre de points dignes

d'intérêt; et personne mieux que lui ne sut réunir des matériaux et les faire accepter. Chacun de ses livres, discours, conférences ou essais dénote une critique sérieuse et des recherches littéraires faites avec soin. D'après Virchow, les études classiques sont nécessaires au savant. Il soutient aussi que, pour étudier l'organisme, il faut connaître à fond le développement graduel du corps humain. De la même manière on ne peut apprécier la médecine ou une doctrine quelconque sans connaître les travaux qui ont amené son achèvement graduel, soit qu'on se trouve en présence d'un progrès uniforme, soit qu'on ait affaire, et c'est le cas le plus fréquent, à des alternatives d'avance et de recul, car l'histoire du progrès de l'humanité est en partie l'histoire de ses erreurs.

Un étudiant qui n'a pas de notions historiques ne saurait se faire une idée de l'état de la science il y a seulement trente ou quarante ans. Beaucoup de mes auditeurs, beaucoup des savants professeurs d'aujourd'hui, ont fait leurs études à une époque où les vaisseaux capillaires n'étaient pas considérés comme de véritables vaisseaux possédant une paroi propre, où la distribution des nerfs périphériques n'était pas même admise par les esprits les plus audacieux, où l'action des fibres organiques musculaires avec leur influence sur les fonctions de chaque organe était jugée impossible, où l'on ne songeait même pas au nerf trophique.

La médecine rationnelle, « l'École physiologique », fut la première à faire opposition à l'influence de la soi-disant philosophie de la nature dans la science médicale. Elle avait à sa tête des savants et des hommes distingués tels que Wunderlich et Roser. Cette école dirigea les opinions et les actes de beaucoup de bons esprits pendant nombre d'années. Dès lors, et pendant longtemps, la pathologie fut regardée comme une partie de la physiologie. Elle n'avait plus, en tout cas, d'indépendance propre. Elle devait gagner une place désormais reconnue dans les sciences naturelles. Cette « émancipation de la pathologie », sa mise au rang des sciences naturelles, son union féconde avec l'anatomie et la physiologie, date d'avril 1847, époque à laquelle Virchow publia son mémoire sur les bases de la médecine scientifique, dans le premier volume des *Archives d'anatomie et de physiologie pathologique, et de médecine clinique.*

« Il ne faut pas, disait-il, se faire d'illusions sur l'état actuel de la science médicale. Il est évident que les médecins sont fatigués du grand nombre de systèmes nouveaux et hypothétiques adoptés, puis laissés de côté, comme sans valeur, et remplacés par d'autres qui ne valent pas mieux. Nous reconnaîtrons bientôt que l'observation et l'expérimentation ont seules une valeur durable. La physiologie pathologique trouvera enfin sa place, non par l'effet d'un enthousiasme passager, mais grâce aux travaux d'un grand nombre de chercheurs soigneux. On reconnaîtra qu'elle est la citadelle de la médecine scientifique dont les forts détachés sont l'anatomie pathologique et les recherches cliniques. »

Cinq ans après, il pouvait dire : « La méthode scientifique des recherches médicales est aujourd'hui fermement établie. Je ne me fais pas un mérite de l'avoir découverte. On l'aurait trouvée sans moi et l'on aurait suivi ce nouveau chemin Mais je crois que la bataille livrée à l'alliance d'un rationalisme arbitraire et d'un grossier empirisme par mes *Archives,* aidées particulièrement par l'introduction de la méthode génerique, a dû contribuer beaucoup à donner de nouvelles forces à la pathologie. »

Vous vous souvenez qu'il y a un peu plus de quarante ans, Schleiden découvrit que la cellule était la base élémentaire du tissu végétal. Schwann reconnut que ce même élément était le fondement de la structure de tous les tissus animés. Une longue série d'observations et d'expérimentations démontra à Virchow la prolifération continuelle, la reproduction des cellules dans l'individu. Après cinq ans d'hésitation, il publia la première introduction à sa pathologie cellulaire dans le quatrième volume de ses *Archives,* et, trois ans après, il publiait un article sur le même sujet dans le huitième volume.

Il prouva, et notre expérience l'a confirmé, que la vie demande une formation spéciale pour se manifester et un certain conglomérat de substances, qui sont les cellules et leurs composés. Comme l'individu dans son entier, la cellule est un corps physique auquel est liée l'action d'une substance mécanique. C'est grâce à elle qu'il peut exercer ses fonctions de « vie ». Dans l'état normal de ce conglomérat, c'est la substance mécanique qui agit d'après les principes chimiques et physiques.

Le processus pathologique dans les éléments, d'après la pathologie cellulaire, est celui-ci : « Une cellule vivante reçoit une influence extérieure; cette influence extérieure amène un changement mécanique ou chimique dans la cellule. Ce changement mécanique ou chimique est un désordre ou une maladie. Si une action ou une réaction est provoquée dans la cellule par cette cause, le changement est appelé irritation et la cause est dite irritante. S'il n'y a pas de réaction, c'est alors une lésion simple, peut-être une paralysie. La même cause peut agir, soit comme irritant, soit comme faisant lésion; elle peut être une source de paralysie. La différence des résultats dépend de la différence dans les conditions des différentes cellules. Cette différence dans la condition de la cellule est, ou plutôt, forme sa prédisposition. »

La pathologie cellulaire eut pour but de démontrer la nature cellulaire de tous les processus vitaux, physiologiques et pathologiques. Ainsi, contrairement aux théories humorales et solidaires, legs des temps préhistoriques, l'unité de la vie dans chaque élément organique fut proclamé un fait d'expérimentation; la mécanique et la chimie moléculaires de la cellule furent opposées victorieusement à la théorie de la mécanique et de la chimie de l'organisme composée.

Grâce aux perfectionnements des instruments et à ces nouveaux principes, toute la médecine se rapprocha trois cents fois des processus naturels (Virchow).

Toute la médecine, disons-nous, c'est, en effet, une particularité des recherches et des conclusions de Virchow, que toutes ont eu des résultats immédiats pour la théorie et la pratique de la médecine et même du diagnostic.

Les progrès du diagnostic ont suivi les progrès des connais-

sances positives. Les maladies furent reconnues comme des anomalies locales, à mesure que la vieille pathologie humorale, autrefois combattue par Vésale et Paracelse, cessait d'expliquer tous les désordres physiques. Il y a cent ans, le diagnostic de la plupart des maladies locales était fort imparfait. Une fièvre avec dyspnée, avec ou sans toux, était une fièvre thoracique ou une fièvre pulmonaire. Lorsque Morgagni eut publié son livre sur *le Siège et les causes des maladies*, après que Laennec et Dupuytren eurent perfectionné les moyens de diagnostic, la maladie fut étudiée de plus près; on la trouva dans les organes et dans les parties des organes. Une pleurésie fut distinguée d'une pneumonie, une pneumonie du côté droit d'une pneumonie du côté gauche, une pneumonie des lobes supérieurs d'une pneumonie des lobes inférieurs. Bichat, bien qu'il ne put pas le prouver, insista sur la nécessité de diagnostiquer les maladies des différents tissus constitutifs.

La pathologie cellulaire de Virchow est proclamée par lui comme l'exécution des principes et des postulats de ces prédécesseurs. La localisation de la maladie est considérée comme une nécessité. On la cherche dans les éléments organiques, dans la cellule, car les organes ne sont autre chose que des compositions de cellules.

Le blastoderme, le protoplasme n'ont pas une vie propre; on ne les reconnaît pas comme des organismes en eux-mêmes, soit qu'on les considère comme le produit du sang, ainsi que les anciens auteurs le voulaient, soit qu'on en fasse la masse sans forme et amorphe des récents auteurs. L'organisme le plus petit que nous connaissions, celui qui a une action indépendante et une vie propre susceptible de changement sous l'influence des irritants extérieurs, c'est la cellule. Placer la maladie dans la cellule ou dans un groupe de cellules, c'est la localisation la plus approchée. En fait, nous avons presque toujours affaire à un groupe de cellules, de même que les chimistes se trouvent en présence des groupes d'atomes.

Ce n'est pas seulement dans son diagnostic et dans son pronostic que le praticien a pu faire des progrès quand il a étudié les altérations locales de l'organisme, sa thérapeutique aussi a subi d'importants changements. On les doit, en grande partie, à des observations plus correctes et aussi à la méthode expérimentale adoptée d'une manière générale depuis ces dix ou quinze dernières années, dans l'étude des effets des médicaments sur le système animal, sur les organes ou les tissus. La thérapeutique s'est de plus en plus localisée. La méthode hypodermique nous a appris que l'effet local d'un narcotique est beaucoup plus net lorsque le remède est appliqué sur la partie affectée. La strychnine injectée dans un membre paralysé est beaucoup plus active que si elle est administrée intérieurement. On a découvert la relation qui existe entre certains organes et certains remèdes. On a remarqué que la quinine agit sur les corpuscules blancs du sang; que l'ergotine a une action spécifique sur les fibres musculaires lisses; l'atropine sur les ganglions nerveux intestinaux et sur l'iris; l'ésérine et le calabar ont des effets locaux. Nous avons des remèdes avec effets spécifiques sur les muscles tels que l'acide salicylique; sur les nerfs, sur le cerveau, sur les cordes spinales, nous nous servons de la faradisation et des courants continus pour des besoins locaux. En devenant expérimentale, la thérapeutique a fait de grands pas en avant; ces progrès ont profité non seulement au traitement des maladies, mais aussi aux opérations chirurgicales. Toute l'expérience accumulée des opérateurs restés célèbres n'a pas fait autant pour leur succès et leur innocuité que le raisonnement théorique d'un chirurgien anglais de nos jours, dont le nom est prononcé avec reconnaissance par tous les médecins.

La pathologie cellulaire ne prétend pas être un système qui renferme tout, c'est un principe. Chaque découverte nouvelle d'un fait pathologique a trouvé une explication prête, grâce à ce principe et aux méthodes qui en découlent. Les changements dans les corpuscules blancs du sang et ceux qui sont produits par ces mêmes corpuscules, les transformations bénignes et malignes des cellules épithéliales, les influences réelles ou imaginaires des bactéries n'ont fait que fortifier cette théorie. S'il existe une entité pathologique, cette entité, c'est la cellule dans l'état de maladie. En dépit de la variété des processus vitaux dans les différents organes, la vie, qu'il s'agisse d'un groupe de cellules, d'un organe, d'un individu sain ou malade, est toujours une et la même; elle dépend de l'action uniforme et semblable d'une cellule indépendante (1).

Les trois volumes sur les *Tumeurs morbides* publiés en 1863 et 1867 forment un travail qui suffirait à remplir la vie d'un travailleur et d'un pathologiste et à perpétuer son nom dans les annales de la science. Jamais on n'avait traité d'une manière aussi étendue, aussi complète, la monographie du sarcome. Jamais on n'avait étudié avec autant de savoir et de conscience tout ce qui avait été fait sur ce sujet. L'étiologie, le développement, le pronostic des tumeurs morbides, tout cela fut, pour la première fois, discuté d'une façon intelligible conformément aux principes de la pathologie cellulaire et la thérapeutique elle-même ne fut pas négligée. Les chapitres sur la scrofule, la tuberculose, la syphilis, sujets déjà traités dans un grand nombre, trop grand peut-être, d'ouvrages, contiennent à chaque page des recherches originales et des résultats nouveaux.

Les difformités congénitales sont toujours décrites dans leurs relations avec le développement embryonnaire des parties, tantôt comme des arrêts de développement, tantôt comme le résultat d'une action inflammatoire. Ce n'est pas un des moindres mérites de l'ouvrage que cette manière de traiter d'après un point de vue uniforme tout ce qui a trait à la médecine et à la chirurgie, ophtalmologie, dermatologie, gynécologie.

Aussi en proclamant l'unité de la vie dans ses manifestations les plus diverses, Virchow a-t-il facilité cette connaissance qu'après tout, les tendances spécialistes de la médecine moderne, naturelles et nécessaires dans une certaine mesure, doivent subir une correction et une limitation.

(1) V. Virchow, *Essence et causes de la maladie* (*Archiv*, t. LXXIX).

Ses recherches sur le développement de la base du crâne dans l'état de santé et de maladie et son influence sur la forme du cerveau et la formation de la face (Berlin, 1857) sont la continuation de cette collection de mémoires dont nous avons déjà parlé. Ils ont rendu de grands services à l'anatomie, à la psychologie et à la pathologie. Pour lui-même, ces études ont été d'une très grande importance. A la suite des Leuret, des Gratiolet et des Huschke, il s'est adonné aux études anthropologiques, et nous citerons en tête de ses ouvrages son *Mémoire sur quelques particularités crâniennes dans les races humaines inférieures* (1875) et son traité sur l'*Anthropologie physique des Allemands* (1876). Avant ces publications, ses études sur le crâne l'avaient conduit à la paléontologie et à l'archéologie; il fut membre fondateur de la Société allemande d'anthropologie et d'archéologie, dont il devint président par la suite. Sans vouloir analyser tous ses travaux, nous nous bornerons à faire observer qu'ils n'ont jamais été étrangers à l'anatomie et à la médecine. Ses articles sur les tombes préhistoriques et d'autres publiés dans un journal d'anthropologie sont une preuve de la puissance et de l'étendue de son esprit qui lui permettait de s'occuper à la fois d'études et d'occupations si diverses.

Toutefois, ses principaux travaux ont porté sur la pathologie et sur tout ce qui a trait à l'anatomie pathologique. Ses mémoires sur le *trombosis et l'embolisme* suffiraient à l'immortaliser. Ils ont été comme une révélation nouvelle qui a permis de comprendre une quantité de faits et de processus pathologiques jusqu'alors mal expliqués.

On pourrait citer de lui un grand nombre d'autres travaux sur la pathologie; je me borne à mentionner ses recherches sur la *dégénération caséeuse et tuberculeuse et sur la diphthérie*. Ce que le docteur Billings disait récemment à Londres est absolument exact. En pathologie nous nous adressons aux Allemands, mais il serait plus juste de dire à Virchow et à ses élèves. Jamais on ne pourra lui donner une place trop grande et jamais il n'aurait dû être nécessaire de l'entendre s'exprimer ainsi :

« Depuis de longues années je suis habitué à voir mes travaux utilisés par d'autres; je m'en plaignais en 1856, à plus forte raison maintenant. Un grand nombre de ceux qui assistaient aux conférences dans lesquelles je faisais connaître les résultats de mes recherches ont oublié quelle avait été l'origine de leurs connaissances et souvent ils n'ont pas été à même de me rendre justice lorsqu'ils ont publié leurs livres. Je ne veux pas dire qu'il y ait eu toujours mauvaise intention. Nous vivons dans un mouvement et dans une agitation perpétuels; ce que nous recevons, nous le considérons comme à nous et nous oublions qui nous l'a donné. Quiconque a réuni autour de lui de nombreux élèves pendant de longues années doit s'attendre à voir ses idées lui revenir de bien loin. (Préface de *ges. Abh.*, etc., Berlin, 1879.)

La première université allemande où fut créée une chaire d'anatomie pathologique, sans compter Vienne, fut Wurtzbourg. C'est là et à Berlin que Virchow enseigna devant des milliers d'élèves et qu'il instruisit les hommes qui devaient plus tard occuper dans d'autres universités les chaires d'anatomie pathologique. Rindfleisch, Recklinghausen, Hüter, Vegner, Cohnheim, Grohe, Klebs, Orth, Ponfick, Hoppe-Seyler, Kühne, Liebreich et beaucoup d'autres lui doivent leur développement et leur situation. Grâce à lui, les études dans les Universités allemandes ont complètement changé. Virchow a toujours été un travailleur infatigable; ses travaux ont été plus féconds que bruyants. D'anciens élèves à lui, qui voudraient passer pour ses égaux, ont prétendu qu'il ne travaillait pas, parce qu'il ne jugeait pas à propos de faire imprimer la moindre recherche ou l'observation la plus futile. Ce doute a même été exprimé publiquement. On a même attaqué sa soi-disant résistance au progrès, son manque d'élévation dans les idées. C'est ce qui a eu lieu en particulier au sujet des théories modernes sur les parasites dans les maladies infectieuses et sur le darwinisme. Voyons ce que ces reproches ont de fondé.

Berzélius et Liebig ont développé la théorie de la catalysis (transformation) chimique à ce point que non seulement la chimie organique a fait d'énormes progrès, mais que les symptômes d'infection, nous ne parlons pas ici de contagion, y ont trouvé aussi une explication satisfaisante. A cette époque, en 1854, le mémoire de Virchow sur les plantes parasites prouve suffisamment l'intérêt qu'il portait à ce sujet et la connaissance qu'il en avait. Un travail spécial de lui, publié en 1856, dans le IXe volume de ses *Archives*, a trait à la nature botanique et à la classification de certaines formes de parasites auxquels on devait attribuer une grande importance en nosologie. Ce fut lui qui, à la même époque, trouva et fit usage pour la première fois du mot *mykosis*, qui est aujourd'hui généralement accepté. Davaine, en 1854, et Pollender en 1855, trouvèrent dans l'anthrax le parasite auquel on a depuis donné le nom de *Bacterium anthracis* Cohn. Les recherches de Brauell, sur le même sujet, parurent dans les XIe et XIVe volumes des *Archives* et commencèrent cette série considérable de mémoires qui furent publiés dans les *Archives* et dans d'autres journaux. C'est dans le service hospitalier de Virchow qu'Obermeyer, son assistant en 1873, trouva les *Spirochœte* dans le sang de malades atteints de fièvre récurrente. Ce fut aussi Virchow qui, à la suite d'un voyage en Norvège où il avait été envoyé par le gouvernement de ce royaume pour étudier la lèpre, appela l'attention sur l'origine diététique de la maladie et particulièrement sur le poisson que les habitants mangeaient en grande quantité. On lui a beaucoup reproché de n'avoir pas trouvé le *Bacillus lepræ* qui fut découvert par Armauer Hansen vingt ans après, à la suite de quatre ans de travaux préparatoires. Ce reproche nous prouve que l'on attend tout de Virchow, plus parfois qu'il ne peut donner. Aujourd'hui, et depuis longtemps déjà, la découverte de toute espèce possible et impossible de parasites est à l'ordre du jour. Ici, de ce côté de l'Océan, Salisbury, le premier, a excité cette ardeur pour les nombreuses et perpétuelles découvertes de ce genre. Il n'y eut pas une maladie, un microscope, un individu désireux d'attirer l'attention sur son nom, qui n'en vint augmenter le nombre. De nouveaux noms se créaient chaque

jour, jamais le dictionnaire grec ne fut consulté avec plus de soins. Nous citerons la fièvre intermittente et le rhumatisme au nombre des dernières maladies dans lesquelles Klebs et Crudeli déclarèrent avoir trouvé des parasites végétaux, qui passent pour être la véritable cause de ces affections. Ici encore on a fait à Virchow le reproche de n'avoir pas publiquement accepté le bacillus de la malaria et le bacillus du rhumatisme. Ceux-là mêmes qui accusent Virchow d'incompétence dans ce qu'il regarde comme la seule base de la nosologie des maladies infectieuses épidémiques ou endémiques n'ont pas manqué cependant de lui dédier les mémoires qu'ils ont écrits et les observations qu'ils ont publiées. On voudrait qu'il refît les expériences, qu'il donnât son appréciation et ses louanges et qu'il arrivât aux mêmes conclusions. S'il ne le fait pas, on l'accuse d'incompétence. Un de ses élèves et assistants, l'un des plus connus, mais non des plus reconnaissants, est Klebs, qui a fait dernièrement une conférence devant une des sections du congrès de Londres. Il paraît avoir démontré, à son entière satisfaction personnelle, que son malheureux maître mériterait d'être son élève. Entre autres nouveautés, Klebs a découvert que la pathologie cellulaire est incompatible avec le nouvel évangile de la théorie parasitaire au point de vue des maladies infectieuses. Écoutons ce que Virchow répond à cette accusation (*Archiv*, volume LXXIX, p. 209, 1880).

« Klebs a placé toute la discussion sur un mauvais terrain. Les parasites végétaux et animaux sont des causes de maladie, leur place se trouve dans l'étiologie; aussi est-il facile de comprendre qu'ils n'aient pas trouvé place dans ma pathologie cellulaire, ainsi que Klebs me le reproche. Je n'avais pas plus à m'occuper des parasites que des traumatismes ou des corrosions. Le but que je me suis proposé dans ma pathologie cellulaire a été d'indiquer les modifications qui se produisent dans l'organisme suivant les formes générales des maladies. La théorie de l'essentialité de la maladie devait s'appuyer là-dessus. Les causes particulières n'ont été abordées que comme exemples, l'intoxication par exemple; quant aux parasites, je les ai brièvement mentionnés sans les étudier à fond. La pathologie cellulaire n'a jamais eu la prétention d'être une pathologie générale; si cela avait été, l'étiologie y aurait certainement trouvé sa place. »

On a souvent blâmé Virchow d'avoir réservé son opinion, ou plutôt de n'avoir pas donné une opinion favorable sur des gens qui se seraient prévalus de son approbation. Nous sommes tous d'avis, cependant, qu'il convient d'être réservé dans le jugement à porter sur des assertions qui demandent confirmation. Une trop grande précipitation, jointe à une aimable ignorance, peut être dangereuse; l'exemple du professeur Klebs nous le prouve. Tout récemment, dans un journal d'Europe, je trouve, sous son nom, la description d'un appareil de cuisine destiné à préserver des bactéries le lait qu'on y fait bouillir. Klebs est enthousiasmé de cette invention. On pourra, déclare-t-il, préserver des bactéries le lait de vache et, désormais, la diarrhée infantile ne pourra plus se développer. La diarrhée infantile n'est, suivant lui, que l'effet de millions de bactéries dans les intestins des enfants et ces bactéries sont les mêmes que celles qui se trouvent dans le lait de vache décomposé. Mais comment prouve-t-il cette assertion? D'une façon bien simple. Il a trouvé des bactéries dans les déjections d'enfants qui avaient la diarrhée, d'où la preuve que cette diarrhée est le résultat, et le seul, de la présence des bactéries. Toutefois, si le professeur avait examiné les déjections d'enfants bien portants, il y aurait trouvé également ces millions de bactéries. La sage omission de cet examen a sauvé sa théorie. D'où il résulte que si un peu de science est chose dangereuse, un peu d'ignorance n'est pas moins à redouter.

La théorie parasitaire n'est pas encore un système scientifique, la plupart de ses prétentions ne sont pas encore justifiées, beaucoup de prétendues découvertes de germes morbides caractéristiques qui ont vu le jour il y a peu d'années ont déjà disparu dans le plus profond oubli. Pour résumer la question, je dirai que j'attends avec anxiété, que j'appelle de mes vœux la découverte de faits qui simplifieront la pathologie des maladies infectieuses et contagieuses; mais, pour l'instant, je maintiens le verdict que j'inscrivais dans ma préface du traité sur *la Diphthérie* (1880) : « sans preuve ».

On a aussi reproché à Virchow son hésitation à reconnaître, non seulement ce qu'on a appelé le darwinisme, mais encore les enseignements et les affirmations des disciples et des apôtres de Darwin. En 1849, dans ses *Essais en faveur de l'unité dans la médecine scientifique,* Virchow déclarait que l'origine de la vie était une nécessité mécanique. Dans un discours prononcé en 1858, un an avant l'apparition de l'*Origine des espèces,* et publié dans une brochure contenant *Quatre discours sur la vie et la maladie* (Berlin, 1862), il indiquait le changement et la transmutabilité des espèces comme la base nécessaire de la théorie mécanique de la vie. Il était donc tout préparé à recevoir les théories de Darwin; mais il savait, et personne ne le savait mieux que Darwin lui-même, que la transmutabilité des espèces, la lutte pour l'existence, la théorie de la sélection, la doctrine de l'hérédité ne pouvaient pas être comparées à Minerve sortant de la tête de Jupiter, brusquement et inopinément.

Gœthe et Lamarck n'étaient pas inconnus et la question de la conservation de l'individu était un legs de la biologie des temps passés. Qui donc sait mieux que Darwin et Virchow que les hypothèses ne sont pas des faits, les problèmes des articles de foi et les généralisations exagérées d'élèves enthousiastes, les productions d'esprits supérieurs! D'un autre côté, bien des points qui inspiraient, il y a trente ans, des craintes et des doutes sont aujourd'hui considérés comme des faits établis. Il y a vingt ans, la chaire tonnait contre Darwin et ce qu'on appelait sa théorie des singes. La foule jetait des pierres aux conférenciers et l'on chauffait un enfer tout spécial pour y brûler Darwin et ses partisans. Ne tendaient-ils pas à détruire la croyance en tout ce qui était sacré, judaïsme et christianisme? La religion n'était-elle pas basée sur cette certitude que la création du monde datait de 5700 ans, quelques milliers d'années après l'établissement des civilisations de la Chine, des Indes et de l'Égypte? Et n'était-ce pas une chose connue de tous que

le singe avait été créé le vendredi et l'homme le samedi ?

La plupart d'entre vous, messieurs, se rappellent fort bien cette époque — elle n'est pas encore entièrement effacée — où l'on employait les expressions les plus violentes lorsqu'il s'agissait des théories de Darwin, de ses élèves et de ses collaborateurs. Il faut reconnaître que plusieurs d'entre eux sont tombés dans les excès que nous reprochons à leurs adversaires. Quiconque n'était pas entièrement avec eux et n'admettait pas toutes leurs conclusions était contre eux. A cet égard, il n'est pas d'homme illustre qui ait eu, plus que Virchow, à souffrir de ce zèle exagéré.

Certaines séances publiques, des congrès annuels des médecins et naturalistes allemands, ceux de Munich et de Cassel entre autres, furent remplis par une discussion entre Virchow, d'un côté, Hæckel et Klebs, de l'autre. C'est à Hæckel surtout que l'on doit la popularisation en Allemagne de la théorie de Darwin. Savant distingué par ses recherches originales, enthousiaste pour la science, fermement convaincu qu'elle doit féconder la vie de l'homme et des peuples, Hæckel, en prenant en main la cause de Darwin et de ses théories, a grandement contribué à faire du darwinisme la propriété intellectuelle des Allemands éclairés. Dans une de ses conférences publiques, il déclara que les théories sur la sélection devaient faire partie de l'enseignement élémentaire dans les écoles publiques. Virchow s'éleva contre cette idée, déclarant qu'on ne devait enseigner dans les écoles que des faits et des résultats bien établis et non des hypothèses. Il n'en fallut pas davantage pour attirer sur lui les reproches de tous les partisans de Darwin. On insinua que Virchow était tellement absorbé dans ses travaux de tout genre que l'embryologie et le darwinisme étaient pour lui lettre close. Il fallait plaindre ce savant auquel on devait tant; son âge avancé l'empêchait de se tenir au courant des travaux de ses anciens élèves, et ceux-ci, placés maintenant au-dessus de lui, pouvaient embrasser un plus large horizon intellectuel. Ces attaques de la part d'Hæckel, et surtout de Klebs, font peine à lire. On y remarque une aigreur, une amertume qui ne devrait pas trouver place dans des œuvres scientifiques et qui ne se sont jamais rencontrées sous la plume de Virchow.

Il y a, du reste, dans cette controverse un courant particulier peu visible à la surface, mais cependant facilement reconnaissable pour un observateur attentif. Pour le bien comprendre, il ne faut pas oublier que les hautes études en Allemagne sont surtout des études classiques, tout à fait indépendantes de vues et de tendances religieuses ou antireligieuses. Toutefois, il est hors de doute que les idées antireligieuses sont en majorité. La statistique ne prouve pas que, dans un pays civilisé, la vertu, le vice et le crime dépendent de la présence ou de l'absence d'une croyance religieuse quelconque : judaïsme, christianisme ou autre. L'étendue de l'instruction, la nature de l'éducation paraissent, au contraire, jouer un grand rôle dans cette question. Le mouvement antisémitique de l'Allemagne moderne a sa cause non pas dans l'influence prépondérante de la religion chrétienne, mais dans le manque des écoles. C'est un fait prouvé par la statistique que les districts de Poméranie et de Mecklembourg, où les juifs sont assassinés, où leurs maisons et leurs boutiques sont pillées et démolies, ont moins d'écoles, ont une population chez laquelle l'écriture et la lecture sont moins développées que dans les autres parties de l'Allemagne.

On admettra avec nous que les études classiques, les tendances philosophiques des classes élevées chez les Allemands n'empêchent pas de rencontrer parmi eux des étudiants laborieux, des hommes de bien, des amis fidèles. Les Grecs et les Romains étaient, eux aussi, des hommes. Ils ont connu la haine et l'amitié, le mépris et le respect. Comme les peuples qui les ont précédés et qui les ont suivis, il y avait aussi parmi eux des fanatiques. Socrate fut mis à mort pour avoir affirmé une croyance nouvelle; on l'accusa d'avoir cherché à bouleverser l'État; accusation au nom de laquelle, deux mille ans plus tard, l'Église devait brûler des milliers d'adversaires. Dans le pays de la libre pensée et de la philosophie transcendante, il s'est passé dernièrement quelque chose d'analogue : Hæckel, le disciple classique, le philosophe profond, le travailleur original, reproche à Virchow de ne pas avoir approuvé toutes ses propositions, favorisé tous ses plans, adopté toutes ses opinions et ses méthodes. Hæckel a ceci de particulier, et d'assez rare chez un savant allemand, que ses études ont porté presque exclusivement sur l'embryologie et la biologie. Ses idées religieuses ont un caractère négatif; suivant lui, les idées religieuses pour être admises doivent avoir une base scientifique; en cela il diffère de ceux qui pensent et écrivent que les croyances, la foi et la religion n'ont rien à voir avec les recherches scientifiques. Lorsque son livre sur l'évolution le conduisit à la conclusion « que l'existence d'un Dieu personnel était inutile », d'accord en cela avec Laplace, qui déclarait n'avoir point besoin de cette hypothèse, il exprima cette idée en termes très nets et lui consacra même tout un chapitre. Mais il est d'autres savants qui pensent que la découverte des vérités n'a rien à voir avec les opinions religieuses et les articles de foi, et que les controverses religieuses ne doivent pas trouver place dans les publications scientifiques. Cette opinion, Virchow la professa toute sa vie et il y a plus de trente ans, il écrivait ce qui suit :

« La foi n'admet pas la discussion scientifique, car science et foi s'excluent réciproquement. Non pas que l'une d'elles rende l'autre impossible; mais dans le domaine de la science il n'y a pas de place pour la foi, et celle-ci ne peut commencer que là où l'autre finit. Il est évident que si l'on respecte cette ligne de démarcation, la foi peut avoir encore une large place; donc la science n'a pas à attaquer la foi, elle doit indiquer et affermir les limites actuelles des connaissances. »

Cette idée, Virchow la professe aujourd'hui encore; c'est ce qui a attiré sur lui cette animosité qui semble être le propre des sentiments antireligieux, tout autant que le fanatisme qui a engendré autrefois les persécutions féroces et les guerres de religion. Virchow a supporté tout cela paisiblement; mais nous pouvons regretter qu'il ait été l'objet de

ces attaques; s'il est vrai que la science existe, elle révèle son existence en élevant, en humanisant les hommes; et le savant doit être et sera le véritable apôtre de l'humanité. La science qui éclaire l'esprit doit purifier le cœur, connaissance logique, raison, tout cela doit marcher la main dans la main avec la sympathie, l'indulgence et la fraternité.

Je terminerai l'histoire de cette controverse entreprise à tort par un homme cependant grand et bon, en citant encore Virchow resté fidèle à ce qu'il exprimait ainsi il y a plus de trente ans :

« La doctrine de l'humanisme, dans son vrai sens, n'est pas l'apothéose du genre humain; car ce serait alors l'anthropomorphisme : c'est la connaissance scientifique des relations diverses de l'être qui pense avec le monde qui change. Sa base est la science de la nature, sa véritable expression : l'anthropologie. C'est pour cette raison que l'humanisme n'est ni athée ni panthéiste. Pour tout ce qui dépasse la limite actuelle de ses connaissances il n'a qu'une formule : *Je ne sais*. (Liebig avait dit de même : « La science de la nature doit « être modeste. ») L'humanisme n'est ni spiritualiste ni matérialiste, car l'existence de la force et de la matière sont des faits qui ont une égale signification et l'unité de la nature de l'homme une conviction établie. Enfin l'humanisme n'est ni profondément égoïste ni disposé à tous les sacrifices; car, tout en reconnaissant le droit de chacun à l'existence et au complet développement, il réclame pour lui-même les mêmes droits. »

L'humanisme si bien décrit par lui, Virchow l'a pratiqué. Lorsque les nécessités politiques entraînèrent son changement de Berlin à Wurtzbourg, il montra sa sympathie pour les opprimés. Dans son fameux mémoire, sur la *Famine et le typhus en Silésie et dans le Spessart,* il prouva la nécessité d'un changement radical dans la position de membres de la société qui mouraient de faim. Ainsi remarquez que Virchow, préoccupé par ses recherches professionnelles, dont la grandeur, la nouveauté et la valeur n'ont été surpassées par les découvertes d'aucun savant dont l'histoire de la médecine gardera le nom, Virchow, dis-je, n'a jamais cessé de croire qu'il appartenait à son pays et non pas seulement à la science abstraite. Comme ses idées scientifiques, ses vues politiques et sociales ont toujours un but pratique. Né dans le peuple, il est resté un ami du peuple. Depuis vingt-deux ans Virchow est membre du conseil municipal de Berlin; dans ses fonctions, il a toujours apporté l'attention la plus grande. Un grand nombre de mémoires ont été écrits par lui sur l'hygiène, le drainage, la canalisation; ils indiquent les nécessités locales et les progrès à réaliser et présentent, pour le savant qui les lit, des matériaux d'études et de nouvelles idées. Sa réélection aux mêmes fonctions, son élévation à la vice-présidence du conseil prouvent que ses efforts pour donner une tournure pratique à la science sont appréciés de ses concitoyens et qu'il ne se fatigue pas de travailler au bien-être de tous.

Depuis 1862, Virchow est représentant, d'abord de Saarbrücken, plus tard de la ville de Berlin à la Chambre des députés de Prusse. Il a fait partie de la commission des finances et on le trouve toujours prêt à travailler, à écouter et à instruire. Pour retracer sa vie politique il faudrait passer en revue l'histoire contemporaine de la Prusse et de l'Allemagne : qu'il nous suffise de dire que Virchow, tout en n'étant pas un brillant orateur, est toujours écouté avec attention. On respecte sa sagesse, on admire son courage et sa modération. Il n'est pas nécessaire d'ajouter qu'il siège sur les bancs du parti libéral et progressiste et qu'il fait une opposition constante à l'homme qui, par vingt ans de mesures oppressives : dissolutions de parlement, gouvernement sans le concours des représentants du peuple, changements soudains dans la politique économique et religieuse du pays, coalition des partis, mépris absolu du droit des individus, de la liberté de la presse et des principes de la constitution, bien qu'il ait réussi à augmenter le royaume de Prusse et à donner à l'Allemagne une unité partielle, a plus fait que n'importe quel Allemand dans l'histoire pour affaiblir la politique germanique et démoraliser la conscience publique. Je ne suis pas prophète, mais je prédis ceci : lorsque cet homme de fer et de sang aura terminé sa carrière, on ne verra pas cinquante millions d'individus draper de noir leurs maisons, comme nous en avons été témoins, il y a peu de temps. Une place dans les hautes sphères de la politique sera vacante, mais aucune place dans le cœur du peuple ne sera vide.

Bismarck n'a pas trouvé d'adversaire plus consciencieux et plus résolu que Virchow, dans toute sa carrière parlementaire. Au nombre des hommes politiques d'Allemagne qui ont combattu l'illégalité de l'absolutisme et qui n'ont cessé de réclamer en faveur de la suprématie de la loi, du respect des droits du citoyen, de la protection de la constitution; au nombre de ceux qui ont demandé que la paix ne fût pas aussi coûteuse et aussi affaiblissante que la guerre, le nom de Virchow sera toujours rappelé comme l'un des premiers, des plus sages et des plus purs. Si le temps me le permettait, j'entrerais dans quelques détails. Je citerai ses travaux législatifs sur les maladies infectieuses des animaux, sur les pêcheries, son introduction du mot « Kulturkampf » dans les débats parlementaires au sujet des dissentiments entre le pape et Bismarck, ses conférences aux sociétés ouvrières, ses publications populaires bi-mensuelles, son contrôle dans l'érection des hôpitaux et des premiers baraquements, sa conduite pendant la guerre franco-allemande, pendant laquelle il dirigea sur la France le premier train de secours aux blessés, et remplit les fonctions de médecin dans le service des sociétés auxiliaires de secours centralisées à Berlin.

Lors de ses premiers succès politiques, les admirateurs de son génie craignirent que ses nouvelles occupations ne le détournassent de ses autres travaux. Les uns prédirent que son entrée dans la politique marquait la fin de sa carrière scientifique; les autres, et parmi eux se trouvaient ceux qui lui devaient leur instruction, leurs premières idées et leur situation, n'hésitèrent pas à déclarer qu'il lui serait désormais impossible de se tenir même au courant des rapides progrès que, grâce à eux, la science faisait chaque jour. Mais la suite leur donna tort. Depuis le jour où Virchow publia son

premier volume des *Archives* contenant son *Introduction sur les bases de la médecine scientifique*, ses *Recherches sur le développement du cancer;* sur les *Pigments pathologiques* et un *Essai sur la réforme de la pathologie et de la thérapeutique, à l'aide des recherches microscopiques*, il n'y a pas un volume auquel il n'ait collaboré. Plusieurs de ses mémoires sont importants et volumineux; ils suffiraient, avec les habitudes des savants allemands, à former un grand nombre de livres publiés à part au lieu d'être de simples articles de journaux scientifiques. Les travaux considérables accomplis par Virchow dans les vingt premières années ne peuvent pas toujours continuer. Un seul homme ne peut pas recommencer la tâche déjà accomplie; n'eût-il rien produit depuis cette époque, que les résumés ou les notes tels que *le Vitalisme ancien et moderne* (vol. IX); *Notre Programme* (vol. L); *Guerre et Science* (vol. LI); *les Bases de la médecine scientifique* (vol. LXX, 1877, trente ans après son premier article des *Archiv*); *l'Essence et les causes des maladies* (vol. LXXIX), il aurait droit aux remerciements du monde médical. Mais il a fait plus, nous le savons : dans la préface de son premier volume sur les tumeurs, il fait lui-même quelques observations très caractéristiques sur ce sujet.

« Les dates de la plupart de mes conférences prouveront qu'à l'époque où les questions les plus importantes appelaient l'attention du parlement, j'ai toujours continué mon enseignement. Pour tranquilliser mes amis, j'ajouterai que le travail silencieux et souvent ignoré du savant exige plus d'énergie et plus d'efforts que l'activité de l'homme politique qui cependant fait plus de bruit et qui est plus appréciée. La politique m'a souvent paru un délassement, plus que toute autre chose. »

De ces délassements Virchow n'en a pas manqué; son séjour au milieu des misérables pâtres de l'Asie Mineure en est une preuve.

Schliemann, ce magicien qui a fait sortir de terre Troie, la ville sacrée du passé, avait invité Virchow à venir l'aider dans ses recherches à la cité ensevelie. Virchow partit, un peu pour aider Schliemann, un peu aussi pour échapper à son travail écrasant. Il allait y trouver d'autres occupations toutes aussi pénibles, quoique d'une nature différente. Le récent ouvrage de Schliemann sur Ilios contient à ce sujet des renseignements fort intéressants; toutefois, ce qui m'a le plus frappé et touché, c'est l'humanité infatigable de ce grand homme vis-à-vis des pauvres et des malades. Ce qui m'a charmé au dernier point, c'est le récit des soins qu'il donnait à la misérable population d'Hissarlik. Il apprit aux habitants l'efficacité de la camomille et du genièvre qui croissaient en grande abondance aux alentours, ignorés et sans emploi. Une source qu'il avait fait jaillir dans ses recherches archéologiques recevait aussitôt le nom de « puits du médecin », et on lui attribuait aussitôt des effets salutaires. Le jour de son départ, les habitants lui apportèrent des fleurs, seul présent qui put être agréable à leur bienfaiteur.

Admirer un grand homme dans l'exercice de sa profession, apprécier ses travaux et son succès, c'est pour l'observateur une grande satisfaction sans doute; mais être à même de l'aimer pour sa charité et les qualités de son cœur, n'est-ce pas là une fête pour l'âme ?

Dans cette enceinte se trouvent réunis aujourd'hui les maîtres de notre profession, il en est plusieurs qui sont connus partout où la science et l'art de la médecine sont appréciés, étudiés et pratiqués. Eh bien, il n'en est pas un seul qui n'ait appris quelque chose à l'école de ce grand génie, dont le nom a été si souvent prononcé dans le cours de cette conférence. Les praticiens instruits, habiles, célèbres qui sont ici emploient les termes inventés, connaissent les théories proposées par ce puissant esprit. Les jeunes ont grandi à l'ombre de cet arbre, les anciens ont pris l'habitude de voir par ses yeux et de suivre ses méthodes. L'enseignement de l'école a été complètement modifié grâce à ses efforts, la science et les méthodes scientifiques y règnent souverainement. La dernière doctrine dangereuse, si longtemps défendue par Rokitanski, appartient désormais au passé. La pathologie depuis Virchow, et grâce à lui, est fondée sur le plus petit des organismes : la cellule. C'est, ainsi qu'Huxley l'a proclamé, cette branche de la biologie qui traite des désordres de la vie cellulaire ou de la coordination des groupes de cellules, point de départ de tout processus vital.

Il n'est pas de livre de médecine, de monographie où le nom de Virchow ne soit souvent cité. Lorsqu'on ne le mentionne pas, c'est que les faits découverts par lui sont devenus des axiomes mathématiques et qu'ils se comprennent d'eux-mêmes. Il y a des centaines d'articles de journaux, dans la littérature scientifique, qui commencent par la phrase : « Virchow dit ». On ne pourrait pas faire un livre sur la médecine moderne sans écrire son nom. Ils appartiennent l'un à l'autre, et, cependant ce n'est pas un chef d'école, ses méthodes sont purement scientifiques, basées sur des faits et s'appuyant sur eux. Les écoles sont fondées sur des idées ingénieuses, elles ne s'appuient pas sur les faits et sur l'expérimentation. Il n'est pas probable, et pour moi je ne puis imaginer qu'il y ait encore des écoles après celle de Broussais, de Brown, de Schönlein, après l'école de Vienne. Notre école, l'école de l'avenir, est la médecine scientifique. La plus grande gloire de Virchow sera d'avoir été trop grand pour établir une école, trop universel pour nous demander de *jurare in verba magistri*. Tous, vieux ou jeunes, nous sommes, sciemment ou inconsciemment, les élèves de Virchow. Les jeunes gens qui commenceraient aujourd'hui l'étude de la médecine n'aborderaient pas un chapitre de la pathologie qui ne portât la marque du génie de ce savant.

Avais-je raison de présenter cet homme comme un pathologiste idéal à tous ceux, jeunes ou vieux, qui s'occupent de médecine et particulièrement à ceux qui m'écoutent ce soir? Virchow a fait assez pour immortaliser son nom par ses recherches et par les progrès dont la médecine lui est redevable. Son rang dans l'histoire de cette science est dès à présent assuré. Parmi les archéologistes aussi il marche au premier rang. La société allemande d'anthropologie, après un an d'existence, le nommait président. Schliemann l'appelle à Troie et réclame l'appui de ses connaissances

supérieures. De nombreuses découvertes archéologiques, des notices de valeur, lui sont dues.

Grâce à son esprit scientifique, à ses méthodes exactes, il a réussi, en archéologie comme en pathologie. Ses recherches purement historiques, comme celle qu'il entreprit il y a longtemps sur la place d'une ancienne ville, n'ont pas une moindre valeur.

J'ai fait allusion à sa situation politique, à son concours donné à toutes les entreprises humanitaires. Il n'est plus seulement pour nous l'homme de la science pure, mais aussi l'homme d'État pratique et le philanthrope. Praticien au milieu des pauvres, comme le meilleur et le plus noble d'entre nous, c'est aussi le modèle des confrères et des collègues. Membre assidu de différentes sociétés médicales, il prend part aux discussions scientifiques et s'intéresse à tout ce qui touche la profession. Ce sentiment d'humanité et de solidarité, qui l'enrôle au service de sa ville et de son pays, fait de lui un membre actif de la grande famille médicale. Nous assistons souvent au spectacle contraire : ceux qui se sont élevés, grâce à leurs efforts et souvent aussi à l'appui de leurs confrères, sont trop disposés à oublier qu'ils sont seulement les branches du même arbre. Ceux dont l'exemple et la collaboration seraient le plus désirables se tiennent en dehors de nos sociétés. L'individualisme et l'égoïsme de la période industrielle du XIXe siècle cherchent à envahir la profession médicale, et cependant il n'est pas d'hommes qui sacrifient plus de temps et qui travaillent plus à maintenir cette sympathie et cette fraternité professionnelles que Virchow. Il n'est pas de grand congrès scientifique, national ou international, où Virchow ne soit présent ; pas de question qui exige une connaissance universelle et le poids d'un grand nom où sa voix ne se fasse entendre. Dernièrement encore, à Londres, il s'élevait en faveur de l'expérimentation en physiologie (1).

Qu'il me soit permis en terminant de citer un passage du discours qu'il prononça le 2 août 1874, sur les progrès de la médecine militaire :

« L'armée française perdit pendant la guerre de Crimée les 33 centièmes de son effectif, 95 615 hommes. Dans ce nombre 10 240 furent tués sur le champ de bataille et un nombre à peu près égal mourut dans les hôpitaux des suites de blessures. Plus de 75 000 hommes périrent de maladies infectieuses. Pendant la guerre d'Amérique, 97 000 hommes périrent à la suite de blessures et 184 000 de maladies infectieuses. Que de douleurs et de misères ! Quel océan de sang et de larmes ! Que d'erreurs et que de dommages ! Il est inutile d'énumérer la longue liste des fautes et des crimes. Ils sont assez connus pour servir d'enseignement pour l'avenir.

« Ce n'est pas cependant l'étendue du désastre qui a montré quelle était la cause du mal et quel remède il fallait employer. Les Français n'ont pas profité des enseignements de a guerre de Crimée, tandis que la guerre de sécession a été pour les Américains le point de départ d'une ère nouvelle pour la médecine militaire ; il n'en faut pas chercher la raison dans l'étendue des souffrances endurées, des misères supportées, car les Américains n'ont pas plus souffert que les Français en Crimée. L'explication de ce fait se trouve dans l'esprit critique et vraiment scientifique, dans le bon sens pratique de toute l'administration militaire d'Amérique. Celle-ci, avec le concours étonnant de toute une nation, a produit des résultats que jamais guerre n'avait eus. Lorsqu'on étudie les publications du service de santé de l'armée américaine, on reste étonné de la vaste expérience qu'elles renferment. Respect soigneux des détails, statistiques exactes, connaissance de toutes les branches de la médecine, style clair, tout cela est réuni pour conserver au bénéfice des générations présentes et futures les nouvelles connaissances si chèrement achetées. »

Ainsi parle Virchow.

Nous avons en lui un homme qui a plus fait pour la pathologie qu'aucun homme mort ou vivant. Le premier, il a élevé la médecine au rang d'une science à l'aide de méthodes purement scientifiques. Il a servi son pays comme il avait servi la science, il a servi l'humanité comme son pays. Avais-je raison, jeunes gens, qui commencez vos études médicales, de vous le citer comme le modèle du médecin et comme un homme ?

Un dernier mot, messieurs. Habituellement on écrit la biographie, on fait l'éloge des grands hommes qui ont depuis longtemps terminé leurs travaux et leur vie ; grâce au ciel, la biographie de Virchow n'est pas complète ; puisse-t-il vivre longtemps encore, pour travailler au progrès de la science, pour être votre maître et le maître de vos maîtres !

JACOBI.

(1) Voir *Revue scientifique* du 13 août 1881.

HISTOIRE DES SCIENCES

La chaire d'anatomie pathologique

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

COURS DE M. CORNIL

Messieurs,

En prenant possession de cette chaire, j'ai pensé qu'il vous serait utile de rappeler quelles avaient été les origines et la marche des progrès de l'anatomie pathologique dans notre siècle. Par ce rapide historique, vous verrez que cette science est d'origine relativement récente, qu'elle est toute d'actualité, qu'elle se développe tous les jours et qu'elle est loin d'avoir dit son dernier mot. En exposant devant vous l'histoire des doctrines qui l'ont poussée en avant, des instruments d'observation, des expériences qui accroissent journellement son domaine, je vous ferai comprendre, messieurs, en quoi consistera cet enseignement, quelles sont mes convictions personnelles et la tendance de la science actuelle. Il me sera permis aussi de rendre ici un public hommage aux savants distingués, aux chers et vénérés maîtres qui m'ont précédé

dans cette chaire, à Cruveilher d'abord, et ensuite à mes deux prédécesseurs immédiats MM. Vulpian et Charcot. A ce dernier hommage il ne se mêle aucun sentiment d'amertume ni de regrets, car MM. Vulpian et Charcot, qui ont successivement professé ici l'anatomie pathologique, sont bien vivants et agissants, dans la plénitude de leur vie scientifique, au grand profit de tous, maîtres et élèves, et à la gloire de notre Faculté.

Avant ce siècle, messieurs, l'anatomie pathologique était encore dans les limbes, malgré les observations isolées et les autopsies de Bonnet, de Boerhaave et de Morgagni, le seul nom que vous deviez retenir.

Dans les dernières années du siècle dernier et les premières de celui-ci, Bichat, mort à trente et un ans, en 1802, découvrait sur l'anatomie générale qu'il a créée et sur les principales fonctions de la vie des horizons tout nouveaux. Il avait ouvert une quantité considérable de cadavres, cherchant avec ardeur, avec une passion servie par le génie, les secrets de la vie, de la maladie et de la mort. Son dernier cours professé à l'école pratique de la Faculté, car il n'était pas professeur, a été consacré à l'anatomie pathologique. Et je dois le dire, le bagage scientifique de cette époque, même exposé par Bichat, était bien léger.

Mais Bichat avait créé une science et une méthode; ses idées générales ont dominé, dominent encore les esprits.

Il est assurément l'initiateur dans l'anatomie pathologique comme dans l'anatomie générale. L'analogie des lésions dans les tissus analogues, la subordination de tout l'organisme aux fonctions essentielles, la conservation de la vie liée à l'intégrité des trois fonctions primordiales du cerveau, du cœur et du poumon, qu'il caractérisait du nom de trépied vital, la mort causée par la cessation de l'une d'elles, la création de toute une doctrine qui a régné, qui règne encore dans cette faculté, la doctrine organicienne, telles sont, et j'en passe, les principaux titres de Bichat. Sous son impulsion, par son enseignement oral, aussi bien que par ses livres, se sont formés Dupuytren, Béclard, Laennec, Bayle, Corvisart, Labstein, Broussais, Cruveilher, Bouillaud, Andral, Rostan, Louis, Rayer, toute la pléiade en un mot des professeurs qui ont jeté un si grand lustre sur la Faculté de médecine de Paris pendant la première moitié du siècle.

Tous les hommes que je viens de citer ont apporté des matériaux considérables à l'édification de l'anatomie pathologique.

Broussais, en rapportant les fièvres essentielles à l'inflammation, était le précurseur de Petit et Serres, de Louis, dans leurs recherches anatomo-pathologiques sur la fièvre typhoïde. Corvisart et Bouillaud faisaient pour les maladies du cœur et des vaisseaux une pathologie toute nouvelle basée sur les lésions organiques, de même que Rostan et Lallemand pour les maladies du cerveau, Rayer pour les maladies du rein. Laennec, avant de se livrer à la clinique et aux recherches qui l'ont amené à découvrir et à régler l'auscultation, avait publié dans ses *Notes sur l'anatomie pathologique* (1804) un essai de systématisation de cette science. Il décrivait les productions accidentelles analogues aux tissus normaux, fibreuses, osseuses, fibro-cartilagineuses; les productions accidentelles sans analogues et parasitaires, les tubercules, les squirrhes, l'encéphaloïde et la mélanose. Il y faisait rentrer plus tard la cirrhose.

Bayle donnait une excellente description des granulations tuberculeuses.

Plus tard, dans son traité de l'*Auscultation médiate* (1re édition, 1819, 2e édition, 1826), Laennec décrivait à l'œil nu, d'une façon admirable, comme on ne l'avait jamais fait avant lui, comme on ne l'a pas fait mieux, toutes les lésions du poumon. Laennec a été professeur de clinique de la Faculté pendant trois ans seulement, de 1823 à 1826, car il est mort dans toute la force de l'âge, à quarante-cinq ans, enlevé par la maladie qu'il avait étudiée avec prédilection, la phtisie pulmonaire.

Entraîné par son système qui rapportait tout à l'inflammation, Broussais planait, il est vrai, bien au-dessus des lésions et il traitait de haut les faits d'observation anatomique qui entamaient sa doctrine uniciste.

Il faut lire dans sa polémique de l'époque, dans son traité des doctrines, comment il traitait Laennec, et de quelle façon ce dernier lui répondait dans la préface de la deuxième édition de son *Traité d'auscultation*. On sortait des terribles convulsions de la révolution et de l'empire; on versait à torrents le sang des malades et la polémique n'avait pas les allures courtoises, presque effacées, qu'elle revêt de nos jours.

Dès 1816, Cruveilher, qui pendant son internat sous la direction de Dupuytren, s'était livré avec beaucoup d'ardeur aux recherches anatomiques, publiait un ouvrage en deux volumes in-8° intitulé *Essai sur l'anatomie pathologique*, où il donnait ce qu'on savait alors sur l'ensemble de cette science.

C'est, croyons-nous, le premier livre didactique d'un Français sur ce sujet.

Plus tard, en 1829, Andral publiait aussi un *Précis d'anatomie pathologique* en deux volumes.

Jusqu'alors il n'existait pas, à la Faculté de médecine de Paris, de chaire d'anatomie pathologique.

Tous les travaux que je viens de rappeler émanent de médecins qui ne se spécialisaient pas dans cette science.

On n'avait pas encore songé à créer une chaire, la science étant encore, pour ainsi dire, en enfance.

Dupuytren en fut l'initiateur. En même temps qu'il créait et dotait le musée qui porte son nom, il instituait par une donation une chaire d'anatomie pathologique.

Jean Cruveilher, qui était déjà depuis dix ans professeur d'anatomie, devint le premier titulaire de la chaire fondée par Dupuytren en 1835. Cruveilher, qui de toute cette illustre phalange est celui qui a le plus fait pour notre science, qu'il a systématisée, a été titulaire de cette chaire de 1835 à 1867. Il avait auparavant professé l'anatomie depuis 1825. Il était l'un des rares hommes de talent nommés directement à l'école à la suite d'une sorte de coup d'État dû à la réaction légitimiste et cléricale. M. Freyssinous, évêque d'Hermopolis

(1) Bayle, *Remarques sur les tubercules* (Journal de Boyer, Corvisart et Leroux; articles CANCER et CORPS FIBREUX du *Dict.* en 60 vol.).

et ministre de l'instruction publique, avait jugé à propos de remplacer en bloc les professeurs imbus des idées de la révolution. On doit à la louange de Cruveilher qu'il était impossible de choisir un meilleur anatomiste, un homme plus intègre, plus honnête, plus convaincu, plus ardent dans les recherches scientifiques. Pour moi, messieurs, qui l'ai connu de près à la Société anatomique, qui ai suivi un de ses cours, moins brillant, il est vrai, que dans sa jeunesse, je ne me rappelle pas sans émotion sa figure distinguée, son accueil affable et bienveillant, et l'intérêt qu'il portait encore aux choses de l'anatomie.

Son œuvre est considérable, et elle porte sur tout l'ensemble de la science qui nous occupe. Son *Traité d'anatomie pathologique générale*, son grand *Atlas* en deux volumes in-folio sont toujours consultés avec fruit. Dans ce dernier ouvrage, les planches sont excellentes.

On y a retrouvé, comme vous le savez, des lésions qu'on avait cru découvrir depuis et peut-être reste-t-il encore de nouvelles découvertes à faire dans ce recueil de faits admirablement observés.

Cruveilher a donné à l'œil nu la caractéristique du cancer, le suc cancéreux; il a séparé du squirrhe les tumeurs fibreuses, les adénomes; il a étudié et décrit les atrophies musculaires, les altérations des vaisseaux; il a séparé des cancers de l'estomac, l'ulcère simple qu'on ne connaissait pas avant lui. Il a fondé et présidé pendant quarante ans la Société anatomique, cette école mutuelle où cinquante générations d'internes et de médecins distingués ont pratiquement appris l'anatomie pathologique, société qui se confond pour ainsi dire avec l'enseignement de cette science dans la Faculté de médecine de Paris.

Un jour, en 1867, pendant l'exposition qui avait amené à Paris un grand nombre d'étrangers, M. Virchow, professeur à Berlin, vint à la Société anatomique. Il demanda quel était le vieillard respecté qui la présidait. Lorsqu'il apprit que c'était Cruveilher, il ne put retenir son étonnement, son admiration de le voir vivant, car il le croyait depuis longtemps disparu. Ses premières œuvres dataient en effet de plus d'un demi-siècle. Nul plus que Virchow ne citait avec honneur les travaux de Cruveilher, mais il s'était habitué à le regarder comme un ancêtre, comme un chef d'un temps légendaire, comme un fondateur dont le nom appartenait à l'histoire.

Pendant toute cette première moitié de notre siècle, l'œuvre des chercheurs se résume en un mot :

Ils ont décrit à l'œil nu les altérations des organes dans les maladies. Ce fut le règne incontesté de l'école organicienne. Dans leurs travaux, les médecins de cette première moitié du siècle avaient toujours devant les yeux les doctrines de Bichat, le trépied vital, et subordonnaient tout aux altérations des trois grands systèmes organiques, circulation, respiration, innervation.

Ici s'arrête notre première période, elle a débrouillé le chaos de la pathologie. Elle a déterminé les maladies par les lésions des organes atteints. Mais dans cette étude on n'allait pas plus loin que l'œil nu ne permettait de voir. On n'entrait pas profondément dans la structure des tissus. On n'en voyait que la surface.

Une grande révolution se fit avec les applications de la théorie cellulaire entrevue par Raspail, développée par Schwann et Schleiden.

Il fut démontré que tous les tissus des végétaux et des animaux sont formés par des cellules et par leurs dérivés. Le microscope élucida successivement la structure intime de tous les tissus et de tous les organes.

La voie était toute tracée à l'anatomie pathologique : elle ne devait plus se contenter de l'examen des lésions à l'œil nu, des caractères de consistance, de coloration, etc.; elle devait pénétrer profondément dans la structure des parties lésées, en étudier tous les détails, et analyser complètement toutes les altérations qu'avaient subies les cellules et les éléments des tissus organiques.

Vous comprendrez parfaitement, messieurs, la nécessité d'une pareille étude. Lorsqu'il fut démontré que tel organe, le foie par exemple, était composé, pour les neuf dixièmes de sa masse, de cellules hépatiques, il devenait évident que dans les maladies du foie le point essentiel était de déterminer quelle lésion ces cellules avaient subie.

De même pour les tumeurs; on reconnut bien vite que les productions sans analogues dans l'économie, les tumeurs, les tubercules, les cancers, les sarcomes étaient composés presque complètement de cellules et l'étude de ces éléments des néoplasmes prit dès lors une importance majeure.

Un grand physiologiste, Jean Müller, entra résolument dans cette voie par son *Mémoire sur les tumeurs* (1838). Partout les anatomo-pathologistes se mirent à l'œuvre. En Allemagne, Rokitansky, Foerster, Virchow; en France, Lebert, Robin, Verneuil et deux de nos maîtres disparus, mais dont le souvenir est gravé dans le cœur de tous leurs amis Follin, Broca, tels furent les initiateurs de la science nouvelle.

Lebert, qui, par le milieu où se firent ses premières recherches et par la meilleure partie de sa carrière scientifique, nous appartient, avait cherché dans les éléments anatomiques la spécificité des maladies et des tumeurs. Il échoua. Robin, plus instruit en histologie normale, rapprochant au contraire les cellules des tumeurs de leurs types physiologiques, s'efforça, comme Verneuil, comme Broca, de trouver le mode de développement d'une série de tumeurs, analogue à celui des glandes. Tels sont les adénomes, les hétéradénies, les hétéradénomes que nous retrouverons à propos des tumeurs.

Virchow, mettant à profit l'embryogénie dont Remack traçait l'histoire, et les idées de Jean Müller, proclamait que toute cellule vient d'une cellule. Appliquant à l'histologie pathologique nouvelle la généralisation de Bichat et de Reichert, concernant le tissu cellulaire, il faisait dériver la plupart des lésions et des tumeurs de la prolifération des cellules du tissu conjonctif. Telle fut sa pathologie cellulaire, généralisation brillante qui a, pendant quinze ans, tenu une place prépondérante.

Il reste, on peut le dire, peu de choses aujourd'hui de la

pathologie cellulaire qui a eu le sort de toutes les généralisations anticipées et de tous les systèmes unicistes. Mais de même que le système de Broussais avait excité une foule de travaux positifs pour le combattre, de même la pathologie cellulaire a remué le monde des travailleurs. Elle a été surtout renversée par les élèves directs de Virchow, par Kecklinhausen, par Cohnhein, qui ont montré les mouvements spontanés des globules blancs du sang et leur sortie des vaisseaux dans l'inflammation.

En même temps que ces travaux de premier ordre, notre génération revisait à la lumière du microscope toutes les lésions et accomplissait un travail d'analyse considérable. La pathologie expérimentale lui prêtait son fécond concours.

L'anatomie pathologique s'est renouvelée. Elle s'est enrichie de toutes les données de l'histologie normale et de l'histogenèse. L'histologie pathologique a été créée. Elle s'est appliquée à connaître le mode de début, la naissance, le développement de toutes les productions morbides, les altérations initiales des éléments normaux au début des inflammations et de toutes les autres lésions des tissus et des organes, la série de ces altérations élémentaires pendant la durée du mal et dans les divers stades qui conduisent à la guérison. Elle a étudié complètement les processus morbides, le mode d'origine, de reproduction et de mort des éléments déviés plus ou moins de leur type normal.

En reproduisant des désordres analogues par l'expérimentation qui permet de les varier au gré de l'observateur, de les analyser à tout moment jugé opportun par lui, on a jeté une vive lumière sur tous ces faits.

C'est dans cette voie, c'est en tenant compte des récentes acquisitions scientifiques que nos deux savants maîtres et prédécesseurs, MM. Vulpian et Charcot, ont illustré cette chaire. La science pratique qu'ils y ont apportée, leur érudition, leur talent de professeur ont consacré leur succès. M. Vulpian a occupé pendant cinq ans cette chaire, M. Charcot pendant dix ans. Puissé-je, messieurs, marcher sans faiblir sur leurs traces

Qu'ajouterai-je donc moi-même, messieurs, à cet enseignement de nos aînés ? Nous faudra-t-il tourner toujours dans le même cercle ?

Non, messieurs, rassurez-vous ; la science marche et nulle branche de nos connaissances ne s'est plus modifiée que l'anatomie pathologique en suivant les progrès amenés par les nouveaux instruments et les méthodes nouvelles. Chaque année est signalée par des progrès, par des découvertes qui agrandissent son domaine.

En tenant compte aujourd'hui de l'introduction de tant de données nouvelles introduites par M. Pasteur, le génie initiateur dans cette voie, par Davaine, par Koch, Cohn, Klebs, etc., sur le rôle des micro-organismes dans les maladies, il nous est bien permis d'admettre qu'une période nouvelle s'ouvre aux recherches des anatomo-pathologistes. J'ajoute que jamais révolution médicale ne s'est annoncée plus complète et plus féconde, car elle fera connaître la cause des maladies virulentes, épidémiques, endémiques ou contagieuses, et mettra sur la voie d'une thérapeutique nouvelle par les vaccinations, par la purification de l'air, de l'eau, des aliments, des circumfusa et des ingesta, comme on dit dans la langue médicale.

Le rôle de l'anatomie pathologique dans ces maladies homéogènes est tout tracé : elle doit déterminer aujourd'hui quels sont les troubles morphologiques des cellules, des parties élémentaires des tissus, quelles sont les lésions des organes causées par la présence des micro-organismes.

Messieurs, pour que la leçon d'aujourd'hui ne reste pas dans l'abstraction de l'historique et des doctrines médicales, permettez-moi de vous présenter quelques-uns de ces micro-organismes et de prendre des exemples concrets qui vous feront comprendre leur rôle et leur danger si grand malgré leur petite taille.

PREMIER EXEMPLE. — Voici la *bactéridie charbonneuse.* — En injectant dans le tissu conjonctif sous-cutané d'un cobaye une goutte d'un liquide de culture contenant cette bactéridie, un œdème considérable se produit bientôt, et l'animal meurt en moins de vingt-quatre heures. Les bactéridies insérées sous la peau se sont, en ce court espace de temps, multipliées avec une telle force qu'elles remplissent le sang, la lymphe, de tous les organes et tissus. Elles sont aérobies, c'est-à-dire avides d'oxygène qu'elles cherchent dans le sang. Aussi, en nombre immense dans le sang de la rate, du poumon, de tous les organes, elles suppriment la vie de l'animal inoculé en absorbant tout son oxygène. Dans le sang, il s'*établit* une concurrence vitale entre les globules rouges, vecteurs de l'oxygène, et les bactéries qui sont les plus fortes, et l'animal meurt par faute d'oxygène et d'hématose.

La coupe du foie que nous avons dessinée et que nous vous présentons vous montre les vaisseaux capillaires remplis de bactéries; mais les bactéries du charbon ne sortent pas du sang, si ce n'est dans le jetage des naseaux, dans les urines quand elles sont sanguinolentes. Elles ne se fixent pas dans les cellules des tissus.

DEUXIÈME EXEMPLE. — *Le charbon symptomatique.* — Les bactéridies du charbon symptomatique sont différentes. Elles ne vivent pas dans l'oxygène ; elles sont anaérobies, et par suite, au lieu de les trouver dans le sang, on les rencontre seulement dans les tissus. — Dans le tissu musculaire, par exemple, où elles s'accompagnent d'une inflammation, d'une diapédèse de globules blancs, de la fragmentation des faisceaux musculaires, d'un état vitreux des faisceaux, etc. Le charbon symptomatique injecté dans les muscles détermine la mort des cobayes en vingt-quatre heures avec un œdème considérable et la généralisation du microbe dans le tissu cellulaire sous-cutané.

TROISIÈME EXEMPLE. — *La lèpre tuberculeuse. Éléphantiasis des Grecs.* — Voici une autre bactéridie qui se fixe également dans la profondeur des tissus et qui n'existe pas dans le sang à l'état de bâtonnets. On ne l'y trouve qu'à l'état de corpuscules germes ou de spores. Au contraire, elle se fixe et elle vit dans des cellules, dans les grandes cellules qui constituent les plaques et les tubercules cutanés de la lèpre.

Au lieu d'une maladie aiguë, on a affaire ici à une maladie essentiellement chronique.

Quatrième exemple. — *Le choléra des poules.* — Avec une partie d'une goutte de liquide de culture injecté sous la peau, le microbe se généralise avec une telle rapidité que l'animal meurt en moins de vingt-quatre heures, présentant partout des microbes en quantité considérable dans le sang, dans la lymphe, dans le tissu cellulaire, dans les cellules de tous les organes, dans les muscles qui sont fragmentés et vitreux.

Nous reviendrons sur ces faits après-demain, car je vous montrerai, les mercredis, à l'école pratique, rue Lhomond, de deux à trois heures, divers spécimens de bactéries, et celles-ci en particulier. Je vous ferai voir les pièces de tumeurs musculaires dues au microbe du choléra des poules, et les lésions qui surviennent lorsque, avec un microbe atténué par une culture spéciale, on vaccine les animaux au lieu de les tuer.

M. Pasteur à qui l'on doit de si admirables découvertes est Français comme Bichat, comme Laennec et Cruveilher. Aussi pouvons-nous dire, messieurs, non sans orgueil, que par sa constitution scientifique, par son développement et ses derniers progrès, l'anatomie pathologique est une science éminemment française.

Messieurs, si j'ai insisté aujourd'hui sur cet historique qui se lie si intimement à l'histoire même de cette chaire, c'est surtout pour en tirer des conclusions relatives à la façon dont nous devons envisager cet enseignement.

A chacune des périodes historiques que nous avons admises correspond un problème différent :

1° Le premier a été posé par Cruveilher dans les termes suivants :

« Distinguer sur le cadavre un cas pathologique aux caractères physiques que présente l'altération des organes. »

C'est l'anatomie pathologique à l'œil nu.

2° Le second consiste dans l'étude au microscope des lésions des cellules, des tissus et des organes.

C'est l'histologie pathologique qui vous fera connaître le mieux les modifications intimes des tissus modifiés et leur genèse.

3° Le troisième problème consiste à élucider à la cause des maladies par l'expérimentation, par la recherche des micro-organismes et par leur culture pour tout ce qui concerne les maladies virulentes, contagieuses, épidémiques et endémiques.

Tel est le triple point de vue auquel nous nous placerons pour étudier les matières de ce cours.

Quel est l'ordre que nous suivrons dans ce cours? Quel sera notre programme?

L'anatomie pathologique se divise en deux parties : l'anatomie pathologique générale et l'anatomie pathologique spéciale, la première comprenant les altérations des cellules, les grands processus en général, les dégénérescences, l'inflammation, les tumeurs et les lésions des tissus; la seconde embrassant toutes les lésions des appareils et des organes en particulier.

Dans ce semestre j'espère traiter complètement l'anatomie pathologique générale. Dans le second semestre, je prendrai l'autre partie du cours, c'est-à-dire l'anatomie pathologique spéciale.

Comme chaque année un cours complémentaire d'anatomie pathologique est confié à un agrégé, nous ferons nos efforts pour que toutes les matières de la science, et tout au moins le programme dans son ensemble, soient exposés complètement dans l'année par l'agrégé chargé du cours complémentaire et par moi.

Pendant ce semestre, nous ferons ce que M. Vulpian et M. Charcot ont toujours fait, c'est-à-dire que la leçon théorique du mercredi aura lieu, non pas ici, mais à l'école pratique de la Faculté, rue Lhomond, au second étage du laboratoire d'anatomie pathologique afin de pouvoir montrer à l'œil nu et au microscope les pièces afférentes au sujet que nous traitons.

Cornil.

PATHOLOGIE

De la nature parasitaire de l'impaludisme.

Au mois de décembre 1880 j'ai décrit des éléments de nature parasitaire que j'avais rencontrés dans le sang des malades atteints d'impaludisme. Depuis cette époque, je n'ai pas cessé d'étudier ces éléments parasitaires.

Un mot d'abord sur la manière dont j'ai été conduit à rechercher ces éléments dans le sang des malades atteints d'impaludisme.

A mon arrivée en Algérie, en 1878, je me suis d'abord proposé pour but l'étude de l'anatomie pathologique des fièvres palustres, et personne, je pense, ne me démentira, quand je dirai qu'à ce moment la question était encore fort obscure. On avait décrit, sans doute, les principales altérations qui se rencontrent à l'autopsie des sujets morts d'impaludisme aigu ou chronique ; mais on ignorait quelle était la relation de ces altérations entre elles; on se demandait quelle était la nature des lésions de la rate. Quelques observateurs des plus compétents pensaient que ce serait l'étude du système nerveux qui livrerait le secret des fièvres palustres; on savait depuis Frerichs que le sang des individus impaludés renfermait du pigment, mais on n'attribuait à cette altération du sang qu'une importance très secondaire.

L'examen histologique des viscères provenant des sujets morts de fièvre pernicieuse ou de cachexie palustre me montra bientôt que la seule lésion constante de l'impaludisme consistait en la présence d'éléments pigmentés dans le sang.

Chez les sujets morts de fièvre pernicieuse, ces éléments pigmentés se trouvent dans tous les organes, dans tous les tissus qui reçoivent des vaisseaux sanguins, et ils existent en si grande quantité dans le foie et dans la rate qu'ils donnent à ces viscères une teinte brunâtre absolument caractéristique.

La substance grise du cerveau et de la moelle épinière prend souvent aussi une teinte brunâtre qui s'explique par la présence dans les capillaires d'éléments pigmentés en très grand nombre.

Sur une coupe histologique du cerveau d'un individu mort de fièvre pernicieuse comateuse, on distingue dans tous les vaisseaux capillaires un grand nombre de grains pigmentés arrondis, égaux entre eux, qui forment souvent un piqueté très régulier.

Dans la cachexie palustre, les éléments pigmentés ne se rencontrent guère que dans les petits vaisseaux de la rate et du foie ; on observe de plus dans ces viscères les lésions de l'inflammation chronique.

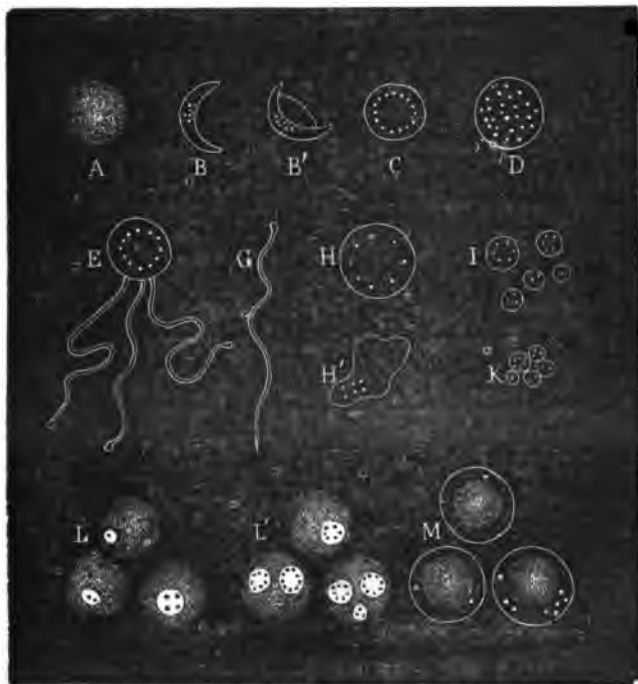


Fig. 38.

A, Hématite normale. — BB', Corps n° 1. — C, Corps n° 2 immobile. — D, Corps n° 2 renfermant des grains pigmentés mobiles. — E, Corps n° 2 muni de filaments mobiles. — G, Filament mobile libre — H,H', Corps n° 3. — IK, Corps n° 2 de petit volume, rosés et agglomérés. — LL', Hématies auxquelles sont accolés des corps n° 2 de petit volume. — M, Leucocytes mélanifères; les noyaux sont rendus très apparents par le carmin.

Quelle était la nature de ces éléments pigmentés, quelle était leur origine ? Fallait-il accepter l'opinion classique qui faisait du pigment palustre un produit de l'altération des éléments normaux du sang ? Pourrait-on admettre que les fièvres qui se développent sous l'influence de l'impaludisme ont la propriété de décomposer le sang, de déterminer la précipitation de granulations insolubles de pigment, tandis que rien de pareil ne s'observe dans d'autres maladies comme la fièvre typhoïde, la scarlatine, le rhumatisme articulaire qui donnent lieu, cependant, à des ascensions thermiques au moins aussi élevées que l'impaludisme, et qui s'accompagnent d'une destruction au moins aussi rapide des hématies.

Évidemment la théorie ancienne de la formation du pigment dans l'impaludisme n'était pas satisfaisante et c'est ainsi que je fus conduit à rechercher comment les éléments pigmentés se produisaient dans le sang.

L'étude histologique du sang recueilli sur des malades atteints de fièvre palustre ne tarda pas à me montrer qu'à côté des leucocytes mélanifères et des grains pigmentés libres, dont l'existence avait été reconnue depuis Frerichs, il y avait d'autres éléments pigmentés dont la nature parasitaire ne semblait pas douteuse.

Ces éléments pigmentés qui ne se rencontrent que chez les individus atteints d'impaludisme se présentent sous les aspects suivants.

Corps n° 1. — Éléments cylindriques effilés à leurs extrémités, presque toujours incurvés en croissant (fig. B) ; la longueur de ces corps est de 8 à 9 millièmes de millimètre, leur largeur de 3 millièmes de millimètre en moyenne ; les contours sont indiqués par une ligne très fixe ; le corps est transparent, incolore, sauf vers la partie moyenne où il existe une tache noirâtre constituée par des granulations pigmentaires ; on aperçoit souvent du côté de la concavité une ligne très fixe qui semble relier les extrémités du croissant (fig. B'), ces éléments ne paraissent pas doués de mouvement ; ils ont parfois une forme ovalaire ; les grains pigmentés se disposent alors en cercle plus ou moins régulier ; lorsque l'ovale est très peu allongé, ces corps se rapprochent des suivants.

Corps n° 2. — Éléments sphériques, transparents, de diamètre variable, renfermant des grains pigmentés identiques à ceux qui existent dans les corps n° 1 et sur le cadavre. Les plus gros de ces éléments ont un diamètre un peu supérieur à celui des hématies, les plus petits ne mesurent qu'un à deux millièmes de millimètre de diamètre et ne renferment quelquefois qu'un ou deux grains de pigment (fig. I, K). Ceux de ces corps qui se rapprochent du volume des hématies présentent un aspect très variable, suivant qu'ils sont à l'état *de repos* ou *de mouvement.*

A l'état de repos les grains pigmentés dessinent souvent un cercle assez régulier ; le corps est incolore, transparent, limité par une ligne fixe (fig. C).

A l'état de mouvement, les grains pigmentés s'agitent très vivement dans l'intérieur de ces corps et par suite ils présentent une disposition très variable (fig. D) ; de plus, on aperçoit souvent des filaments très fins qui s'insèrent sur les bords de ces corps sphériques (fig. E), et qui sont animés de mouvements très vifs dans tous les sens. La longueur de ces filaments mobiles peut être évaluée à trois ou quatre fois le diamètre d'une hématie ; leur nombre est assez variable ; j'en ai compté souvent trois ou quatre autour d'un même corps sphérique auquel ils imprimaient un mouvement oscillatoire en même temps qu'ils déplaçaient dans tous les sens les hématies voisines. A l'état de repos, les filaments ne sont pas visibles à cause de leur transparence parfaite. L'extrémité libre des filaments est légèrement renflée.

Au bout d'un certain temps les filaments mobiles se détachent des corps sphériques pigmentés, ils deviennent libres (fig. G) et continuent à se mouvoir au milieu des hématies.

Les corps n° 2 de petit volume sont tantôt libres, tantôt

accolés à des hématies (fig. L. L'); on trouve quelquefois trois ou quatre de ces corps accolés à une même hématie; l'hématie paraît se creuser pour recevoir ces corps, elle devient transparente à ce niveau, ce qui a pu faire croire que les corps n° 2 n'étaient autres que les hématies transformées et renfermant des grains pigmentés.

Les corps n° 2, indépendamment des mouvements très vifs des grains pigmentés et des filaments mobiles, présentent des mouvements lents et des changements de forme qui rappellent complètement les mouvements amiboïdes. Ces mouvements s'observent à la température ordinaire, sans qu'il soit nécessaire de faire usage de la platine chauffante.

Sur les préparations de sang fixées par l'acide osmique, colorées par le picrocarmin et montées dans la glycérine, les corps n° 2 ne montrent pas de noyau coloré en rose vif, comme font les leucocytes, mais on distingue un double contour; dans les mêmes conditions, les corps n° 1 montrent également un double contour.

Corps n° 3. — Éléments sphériques ou de forme irrégulière, transparents ou finement granuleux de huit à dix millièmes de millimètre de diamètre, renfermant des grains pigmentés qui tantôt sont disposés assez régulièrement à la périphérie, tantôt s'agglomèrent soit au centre, soit sur un point périphérique (fig. H. H'). Ces corps sont immobiles.

Si on observe un corps n° 2 renfermant des grains pigmentés mobiles et munis de filaments mobiles, jusqu'au moment où les mouvements cessent (dans des conditions favorables ces mouvements peuvent persister pendant plusieurs heures), on constate que ce corps prend alors l'aspect des éléments décrits ci-dessus; d'où l'on peut conclure que les corps n° 3 ne sont que les formes cadavériques des corps n° 2.

Les corps n° 3 n'ont pas de noyau et se colorent difficilement par le carmin, ce qui permet de les distinguer des leucocytes mélanifères, qui se rencontrent souvent aussi dans le sang des malades atteints de fièvre palustre (fig. M).

On trouve encore dans le sang de ces malades des grains pigmentés libres, qui paraissent provenir de la destruction des corps n° 3; les leucocytes s'emparent assez rapidement de ces grains libres, comme ils font de toute matière pulvérulente introduite dans le sang.

Le procédé d'examen du sang est très simple : il suffit de piquer le doigt du malade et de faire une préparation de sang pur; il est bon de border à la paraffine afin d'empêcher le dessèchement.

Les éléments pigmentés sont souvent rares dans le sang, ce qui rend leur recherche laborieuse, sinon difficile.

En général, les mouvements des filaments s'arrêtent au moment où commence l'examen, probablement sous l'influence du refroidissement et souvent ils ne reparaissent que vingt à trente minutes après que la préparation a été faite; c'est là une des circonstances qui expliquent pourquoi les filaments mobiles ont échappé jusqu'ici à l'attention des observateurs.

Un grossissement de 400 à 500 diamètres suffit pour voir très nettement tous les détails des corps n° 1, n° 2 et n° 3.

Mes recherches, commencées à Constantine au mois d'octobre 1880, ont été continuées sans interruption jusqu'au mois de mars 1882; elles portent donc sur une période de dix-huit mois consécutifs pendant lesquels j'ai pu observer toutes les formes de l'impaludisme.

J'ai recueilli les observations de 228 malades atteints d'impaludisme et sur ces 228 malades j'ai constaté 184 fois l'existence des éléments pigmentés décrits plus haut. Le chiffre des résultats négatifs qui est de 44 sur 228 paraît assez élevé au premier abord; mais la plupart des observations négatives ont été recueillies au début de ces études, alors que je ne savais pas exactement dans quelles conditions il fallait se placer pour trouver les éléments pigmentés du sang. La plupart des malades qui ont fourni ces observations négatives avaient pris du sulfate de quinine au moment où j'ai procédé à l'examen du sang et j'ai reconnu, depuis, que la médication quinique faisait disparaître rapidement les éléments pigmentés; d'autres étaient atteints de cachexie palustre, mais n'avaient pas eu d'accès de fièvre depuis longtemps et j'ai constaté également que dans ces conditions les éléments pigmentés ne se trouvaient que rarement dans le sang provenant d'une piqûre du doigt. L'anatomie pathologique démontre que dans la cachexie palustre les éléments pigmentés ne se trouvent que dans les petits vaisseaux de la rate ou du foie.

J'ai noté comme faits négatifs ceux dans lesquels je n'ai constaté que la présence des leucocytes mélanifères; ces éléments sont cependant très caractéristiques puisque le pigment dont ils sont chargés provient vraisemblablement des corps n° 1, n° 2 et n° 3.

Mes recherches ont porté sur toutes les formes cliniques de l'impaludisme : fièvre intermittente de première invasion ou de récidive, des types quotidien, tierce ou quarte; fièvre continue légère ou grave; fièvres palustres compliquées d'accidents pernicieux; cachexie palustre.

C'est un peu avant les accès fébriles et pendant ces accès qu'on a le plus de chances de rencontrer les éléments pigmentés avec leurs formes les plus caractéristiques.

48 fois l'examen du sang a été fait quelques heures avant un accès de fièvre et, dans tous ces cas, l'existence des éléments pigmentés a été constatée.

95 fois l'examen du sang a été fait pendant les paroxysmes fébriles; 12 fois seulement l'examen a été négatif; encore dans ces faits négatifs trouve-t-on souvent signalée l'existence de leucocytes mélanifères.

82 fois l'examen du sang a été fait quelques heures après un accès, 11 fois il a été négatif.

La présence des corps n° 2 renfermant des grains pigmentés mobiles ou munis de filaments mobiles, et celle des filaments mobiles libres, ont été notées très souvent dans les examens faits un peu avant les accès de fièvre ou au début de ces accès; après les accès il est plus rare de constater l'existence de ces éléments; on ne trouve plus guère que des corps n° 2 immobiles, n° 3 ou des leucocytes mélanifères, surtout si le malade a pris du sulfate de quinine.

Les corps n° 1 se rencontrent souvent dans l'intervalle des accès et ils persistent parfois assez longtemps dans le sang,

alors même que le malade a été soumis à la médication quinique.

Les malades que j'ai examinés avaient pris la fièvre sur les points les plus variés de l'Algérie et de la Tunisie; quelques-uns avaient contracté la fièvre en France ou en Corse et étaient arrivés depuis peu en Algérie.

Un de mes collègues, M. le docteur Richard, a réussi à retrouver à Philippeville (province de Constantine), dans le sang d'un grand nombre de malades atteints d'impaludisme, tous les éléments que j'ai décrits et j'ai pu m'assurer par moi-même que les éléments pigmentés trouvés dans le sang des malades de Philippeville étaient bien les mêmes que ceux observés à Constantine.

J'ai recherché les éléments pigmentés décrits plus haut dans le sang d'un grand nombre de malades atteints d'affections étrangères à l'impaludisme; cet examen a toujours été négatif.

L'existence, dans le sang des individus atteints d'impaludisme, des éléments pigmentés que j'ai décrits sous les noms de corps n° 1, n° 2 et n° 3 est aujourd'hui hors de doute; la nature et le rôle pathologique de ces éléments ne me semblent pas non plus douteux, bien que plusieurs points relatifs à l'histoire de ces corps soient encore très obscurs.

Lorsqu'on a constaté l'existence des mouvements si vifs des grains pigmentés dans l'intérieur des corps n° 2 et ceux plus remarquables encore des filaments mobiles, il me paraît impossible de garder le moindre doute sur la nature animée de ces corps. Il n'est pas admissible qu'on puisse confondre les mouvements très vifs, très variés, très compliqués des filaments mobiles, avec les mouvements amiboïdes des leucocytes, mouvements lents, très difficiles à constater pour les leucocytes de l'homme quand on ne se sert pas de la platine chauffante, et je m'étonne que quelques observateurs continuent à me faire cette objection.

Il suffit de jeter les yeux sur la figure E pour se convaincre que ces filaments transparents, de même grosseur, de même longueur, renflés légèrement à leur extrémité libre, ne ressemblent nullement à des prolongements amiboïdes des leucocytes, et cette conviction est entière, absolue, quand on a vu ces filaments en mouvement. Le fait seul que les filaments mobiles se détachent à un moment donné des corps n° 2 et continuent à se mouvoir avec vivacité au milieu des hématies, n'est-il pas une preuve évidente de la nature animée de ces corps? J'ai montré à plus de vingt confrères les corps n° 2 munis de filaments mobiles et les plus sceptiques m'ont déclaré qu'ils ne conservaient pas de doutes sur la nature animée de ces corps; il y a là un fait d'observation très net, très évident.

L'histoire naturelle de ces parasites du sang présente, à vrai dire, encore plus d'une obscurité. Je suppose que les corps n° 1 et n° 2 sont des espèces de kystes renfermant les éléments parasitaires à l'état d'œufs ou d'embryons. Lorsque les embryons se développent, ils deviennent mobiles, on a alors les corps n° 2 renfermant des grains pigmentés mobiles; lorsque les animalcules sont arrivés à l'état parfait, à l'état adulte, ils prennent l'aspect de filaments mobiles qui, après s'être débattus quelque temps pour se dégager du kyste, finissent par devenir libres dans le sang. On trouve dans l'histoire de la génération chez les protistes des exemples analogues d'êtres qui vivent à l'état d'enkystement pendant la période embryonnaire et qui, à l'état adulte, se dégagent de leur kyste et deviennent libres.

Comment sont constitués les kystes qui renferment les éléments parasitaires à l'état d'œufs ou d'embryon? S'agit-il de poches particulières, indépendantes des éléments normaux du sang? Ou bien sont-ce les hématies qui font les frais des corps n° 1 et n° 2? Cette deuxième hypothèse a été défendue récemment par M. le docteur Richard (*Communication à l'Académie des sciences,* 20 février 1882); pendant quelque temps elle m'avait paru assez vraisemblable; si bien que je l'avais émise dans une de mes premières communications à l'Académie de médecine; j'ai cru devoir l'abandonner après avoir constaté les faits suivants :

1° Les corps n° 2 qui renferment des grains pigmentés mobiles présentent souvent des mouvements amiboïdes très nets qu'on n'observe jamais sur les hématies;

2° A côté des corps n° 2 qui ont à très peu près le diamètre des hématies, il en existe d'autres, évidemment de même nature, qui n'ont guère que 1 à 2 millièmes de millimètre de diamètre et qui, par conséquent, sont beaucoup plus petits que les plus petits globulins du sang. Quelques-uns de ces corps libres, isolés ou agglomérés, ont été représentés (fig. I, K);

3° Sur les préparations de sang fixées par l'acide osmique, colorées par le picrocarmin et montées dans la glycérine, on constate que les corps n° 1 et n° 2 ont une enveloppe à double contour; il est très difficile de comprendre qu'une hématie puisse être transformée en un kyste muni d'une paroi à double contour.

Il est très vrai qu'on trouve souvent dans le sang des malades atteints de fièvre palustre des hématies qui paraissent creusées de cavités renfermant des grains pigmentés (L. L'); mais il est bien probable que cet aspect est dû à ce que les corps n° 2 s'accolent souvent aux hématies. On trouve parfois 2, 3 ou 4 corps n° 2 de petit volume sur une même hématie; l'hématie se creuse au niveau de ces corps et devient transparente; à mesure que les corps n° 2 s'accroissent, l'hématie à laquelle ils étaient accolés s'use de plus en plus et en fin de compte disparaît. L'existence dans le sang de corps n° 2 de moyen et de petit volume (fig. I, K), libres, indépendants des hématies, montre bien que les corps n° 2 ne sont pas seulement des hématies transformées par la présence du parasite.

J'arrive au rôle pathologique des éléments parasitaires décrits ci-dessus; les propositions suivantes qui, toutes, reposent sur un grand nombre de faits, me paraissent établir d'une façon évidente la relation de cause à effet qui existe entre ces parasites du sang et les accidents de l'impaludisme.

1° Les éléments parasitaires existent toujours dans le sang des malades atteints d'impaludisme; si l'examen du sang fait sur le vivant ne permet pas de constater dans tous

les cas la présence de ces éléments, l'anatomie pathologique démontre qu'on les trouve toujours au moins dans les capillaires de la rate;

2° L'abondance des éléments parasitaires est en rapport direct avec la gravité des accidents; chez les individus qui succombent à quelque complication survenue dans le cours d'une fièvre intermittente simple, les éléments pigmentés ne se rencontrent qu'en petit nombre et seulement dans le foie et dans la rate; au contraire, chez les sujets morts de fièvre pernicieuse, les éléments pigmentés existent en très grand nombre dans tous les organes, dans tous les tissus vasculaires;

3° Chez les malades atteints de fièvre intermittente, c'est au début des accès qu'on trouve dans le sang les éléments parasitaires en plus grand nombre et sous leurs formes les plus caractéristiques : corps n° 2 renfermant des grains pigmentés mobiles, filaments mobiles; lorsque le microscope révèle dans le sang d'un malade la présence de ces derniers éléments, on peut prédire presque à coup sûr que ce malade va avoir un accès de fièvre, alors même qu'il n'existe encore aucun trouble morbide apparent et que la température est normale;

4° Les éléments parasitaires que j'ai décrits sous les noms de corps n° 1, n° 2 et n° 3 n'existent jamais dans le sang des individus atteints de maladies étrangères à l'impaludisme;

5° Les éléments parasitaires disparaissent rapidement du sang lorsque les malades atteints d'impaludisme sont soumis à la médication quinique ; on peut s'assurer directement qu'au contact d'une solution même très faible de sulfate de quinine, les mouvements des filaments mobiles cessent et que les corps n° 2 prennent leurs formes cadavériques. Le sulfate de quinine, qui tue rapidement les animalcules arrivés à l'état adulte, a probablement beaucoup moins d'action sur les germes de ces animalcules, d'où la fréquence des récidives.

Il serait très important, sans contredit, d'ajouter à ces preuves celle que fournirait l'inoculation des parasites; malheureusement les conditions dans lesquelles on devrait se placer pour cette inoculation sont difficiles à remplir. Après avoir constaté l'existence des éléments parasitaires dans le sang d'un malade atteint de fièvre palustre, il faudrait recueillir du sang chez ce malade et l'injecter immédiatement dans les veines d'un individu sain ; or dénuder une veine, y placer une canule et injecter du sang par cette canule, tout cela constitue une opération très sérieuse, dont, pour ma part, je ne voudrais pas prendre la responsabilité.

On peut, il est vrai, faire cette expérience sur des animaux; mais il n'est pas prouvé que les animaux soient sujets aux accidents de l'impaludisme. J'ai injecté dans les veines, chez des lapins, du sang contenant des éléments parasitaires, et je n'ai obtenu que des résultats négatifs ; on sait que les maladies parasitaires sont toujours particulières à une espèce ou à quelques espèces voisines ; le résultat négatif de ces expériences n'a donc rien de surprenant.

Les éléments parasitaires qui se trouvent dans le sang des malades atteints d'impaludisme me paraissent assez bien caractérisés au point de vue morphologique pour qu'on puisse se passer de la contre-épreuve fournie par l'inoculation, inoculation qui devrait être, dans l'espèce, une véritable transfusion du sang. L'existence d'acares sous l'épiderme, de trichines dans les muscles, de filaires dans le sang, ne suffit-elle pas à démontrer la nature parasitaire de la gale, de la trichinose et de l'hémato-chylurie ? Les éléments parasitaires que j'ai trouvés dans le sang des malades atteints de fièvre palustre sont aussi caractéristiques de l'impaludisme que le sarcopte l'est de la gale, la trichine de la trichinose, la filaire du sang de la filariose.

Sous quelle forme et par quelle voie les parasites de l'impaludisme s'introduisent-ils dans l'économie? Les recherches que j'ai entreprises pour résoudre ces questions ne m'ont pas donné encore des résultats assez certains pour que je me croie autorisé à conclure.

Il serait facile de prouver que l'existence de parasites dans le sang des malades atteints d'impaludisme s'accorde bien avec ce que nous savons des conditions dans lesquelles se développe cette maladie, de ses symptômes, de sa marche, de sa curabilité par le sulfate de quinine; mais cela pourrait entraîner trop loin. Il suffira de rappeler que de tout temps la théorie parasitaire de l'impaludisme a trouvé des partisans convaincus et que de nombreuses tentatives ont été faites pour découvrir le parasite de l'impaludisme dans l'air, dans l'eau ou dans le sol des localités marécageuses. J'espère avoir montré, dans le cours de ce travail, que la théorie parasitaire de l'impaludisme reposait maintenant sur des faits précis, sur des bases solides.

A. Laveran.

REVUE DE PHYSIOLOGIE

Le mémoire de MM. Bubnoff et Heidenhain, que nous avons analysé sommairement dans une de nos revues précédentes (1), a été l'objet de quelques critiques et de diverses observations intéressantes. Nous croyons utile d'insister sur quelques-uns des faits nouveaux qui ont été émis à cette occasion; car cette question des forces dynamogènes et inhibitoires des centres nerveux est tout à fait à l'ordre du jour, et elle mérite assurément d'être étudiée avec attention.

Il est certain qu'une excitation portant sur les nerfs ou sur les centres nerveux peut, au lieu de provoquer un mouvement, arrêter un mouvement. Ainsi, pour rappeler une expérience ancienne de Claude Bernard, quand un nerf est mis au contact d'une solution saline, le tétanos que provoque cette excitation chimique est arrêté par une excitation électrique. Toutefois cette expérience est susceptible d'une interprétation autre que celle d'une action d'arrêt. Mais il est di-

(1) Voy. *Revue scientifique*, 1882, p. 154.

verses expériences qui ne peuvent soulever d'objection analogue, et qui démontrent bien ces actions réflexes d'arrêt (autres, bien entendu, que celles qui portent sur le cœur ou la respiration). Ainsi M. Goltz a montré il y a déjà longtemps que la tonicité normale du sphincter anal diminue considérablement lorsqu'on excite un nerf sensitif. M. Nothnagel a constaté que l'excitabilité réflexe de la moelle d'une grenouille diminue quand on excite simultanément un nerf de la sensibilité générale. M. Ch. Richet (1) a constaté que, sous l'influence de l'excitation d'un nerf sensitif de la patte d'une grenouille d'un côté, la patte du côté opposé se relâche. Ainsi, dans cette expérience, une excitation sensible, au lieu d'amener un réflexe de mouvement, amène un réflexe de relâchement. MM. Brissaud et Ch. Richet (2) ont remarqué que les muscles contracturés des hystériques se relâchent dès qu'on excite le tendon de ces muscles. MM. Bubnoff et Heidenhain (3), dans le mémoire déjà cité, ont vu que, sur des chiens morphinisés, telle ou telle contracture provoquée cesse sous l'influence d'une excitation périphérique même très faible, comme, par exemple, la pression de la patte. De même, si l'on souffle sur le museau d'un chien contracturé, sa contracture cesse aussitôt. Cette dernière expérience est assez intéressante; car elle permet, jusqu'à un certain point, d'expliquer comment, dans l'état somnambulique, en soufflant fortement sur la figure, on peut amener instantanément le réveil. Il semble que, dans ces conditions, le système nerveux soit comme dans un état instable, et qu'il puisse alors passer facilement d'un état à l'autre sous l'influence d'une excitation faible.

Remarquons à ce propos que, depuis quelques années, l'influence des excitations faibles a été bien étudiée, et que ces excitations, auxquelles autrefois on n'attribuait aucun rôle, sont considérées maintenant, et, ce semble, avec raison, comme agissant puissamment sur l'organisme.

M. Luchsinger (4) a constaté sur une couleuvre des actions réflexes d'arrêt de même nature. L'animal étant suspendu s'agite et recourbe son corps en tous sens ; mais, si l'on excite légèrement le tégument, le relâchement général du corps survient aussitôt, ce qui ne peut s'expliquer que par une action réflexe d'arrêt. Ainsi, alors qu'une première excitation a amené un mouvement, une seconde excitation amène le relâchement de ce mouvement. C'est ainsi, de même, que M. Dumontpallier, en agissant sur des hystériques, provoque, par une première excitation, le sommeil, et, par une seconde excitation de même nature et qui porte sur le même point, la cessation de ce sommeil (5).

(1) *Archives de physiologie*, 1881, p. 824.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1879, p. 489.

(3) *Uber Erregungs und Hemmungsvorgänge in den motorischen Hirncentren* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 178-181).

(4) *Uber Erregungen und Hemmungen* (*Arch. de Pflüger*, t. XXVII, p. 190).

(5) M. Dumontpallier a formulé ce fait remarquable en disant : « Ce qui a fait défait. »

La polémique soulevée entre M. Munk (1) et M. Heidenhain (2) porte sur le point suivant. Les relâchements qu'on observe sous l'influence de certaines excitations sont-ils des relâchements véritables, ou bien faut-il les attribuer à l'action des muscles antagonistes ? Autrement dit, on constate, je suppose, que la patte d'une grenouille s'étend quand on excite le nerf du côté opposé : cette extension est-elle un mouvement actif des extenseurs ou un défaut d'action des fléchisseurs ? C'est cette dernière hypothèse, défendue par M. Schlosser, dans un article que les lecteurs de la *Revue scientifique* (3) n'ont pas oublié, que M. Munk semble aussi adopter. De sorte que, pour lui, les actions réflexes d'arrêt ne sont pas dues à un arrêt, mais à une action réflexe motrice portant sur les muscles antagonistes. Au contraire, M. Heidenhain soutient que ce relâchement qu'on observe dans la contracture des chiens morphinisés est un relâchement véritable et n'est pas dû à l'activité plus grande des muscles antagonistes.

Quoiqu'il soit fort difficile de comprendre parfaitement le mécanisme d'une action réflexe d'arrêt, il n'en est pas moins presque évident qu'une excitation agissant par l'intermédiaire du cerveau et de la moelle peut faire cesser un mouvement et amener un relâchement. Ce sont des idées du même ordre que M. Brown-Sequard défend depuis plusieurs années avec autant de persévérance que de talent, en soutenant qu'il y a, dans le système nerveux, des forces dynamogènes et des forces inhibitoires, et que ces deux forces peuvent être mises en jeu par des actions extérieures portant sur les nerfs de sensibilité.

M. Wegele (4), par des expériences faites dans les laboratoires de M. Gad et de M. Fick, à Wurtzbourg, a pu démontrer qu'il est des actions réflexes qui sont primitivement des actions d'arrêt. On sait que, sous l'influence d'une excitation qui porte sur une région sensible de la face, il se fait un arrêt immédiat de la respiration (au moins chez le lapin). Cet arrêt est-il dû à l'excitation des nerfs antagonistes expirateurs ou à la cessation d'action des centres nerveux inspirateurs ? Autrement dit, la respiration s'arrête sous l'influence d'une excitation de la face ; mais cet arrêt est-il dû à la stimulation des expirateurs ou au défaut d'action des inspirateurs ? C'est cette dernière hypothèse qui paraît être exacte. Car, sur des lapins chloralisés, si l'on coupe la moelle épinière très haut, de manière à supprimer toute relation entre le bulbe (qui est excité par voie réflexe) et les centres expirateurs placés audessous, ou bien si l'on fait la section des principaux nerfs expirateurs, on voit cependant persister l'arrêt respiratoire après la cautérisation du nez par des vapeurs d'ammoniaque.

(1) *Uber Erregung und Hemmung* (*Archiv für Physiologie*, 1881, p. 553).

(2) *Uber Erregung und Hemmung* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 546.

(3) Voy. *Revue scientifique*, 1871.

(4) *Uber die centrale Natur reflectorischer Athmungshemmungen* (*Bulletin de la Société de Wurtzbourg*, t. XVII, n° 1, p. 1 à 28, 1882).

Donc il y a une véritable action d'arrêt, une cessation d'action déterminée par des stimulations périphériques.

Évidemment la théorie détaillée de toutes ces actions d'arrêt n'est encore ni définitive ni complète; mais on peut supposer que c'est une question féconde, qui sera, dans un avenir plus ou moins prochain, élucidée par les physiologistes.

M. Rossbach (1) a fait, comme on sait, il y a quelques années, cette observation remarquable que le muscle cardiaque de la grenouille, touché par un corps contondant, reste paralysé au point qui a été touché. Ce point, pendant que le muscle se contracte, reste sans se contracter, et, alors que tout le ventricule, pendant la systole, pâlit par l'effet de la contraction musculaire, le point lésé reste rouge pendant un très grand nombre de systoles consécutives. C'est une observation qui est très facile à faire, et certainement beaucoup de physiologistes l'avaient vue avant M. Rossbach, mais sans prendre soin de la décrire et de l'analyser. On met à nu le cœur d'une grenouille, et, avec la pointe d'un scalpel, on touche très légèrement la surface musculaire. Le point touché rougit et reste rouge pendant plusieurs minutes, aussi bien pendant la systole, quand tout le cœur pâlit, que pendant la diastole.

En reprenant l'étude de ce phénomène, M. Rossbach a montré que, si une grenouille a été empoisonnée par un dixième de milligramme d'atropine, on n'observe plus cette paralysie locale de la fibre musculaire cardiaque sous l'influence d'une excitation mécanique. Or, comme dans le ventricule de la grenouille au-dessous des cloisons inter-auriculaire et auriculo-ventriculaire, d'après l'opinion de tous les histologistes, il n'y a pas de ganglions nerveux, il s'ensuit que l'atropine agit sur la fibre musculaire même, et non sur les ganglions nerveux modérateurs, comme le veut l'opinion classique. Donc il faut admettre que l'atropine, dans ce cas, agit non sur les ganglions, mais sur la fibre musculaire. Tout se passe comme si cette fibre pouvait, sous l'influence d'une excitation, donner soit une contraction, soit un relâchement (une excitation mécanique provoquerait un relâchement), et l'atropine aurait la propriété d'anéantir cette faculté de la fibre cardiaque de se relâcher par une excitation.

Au demeurant, quelle que soit l'explication adoptée, l'expérience est intéressante, et elle jettera certainement quelque clarté sur l'irritabilité cardiaque, une des questions les plus obscures de la physiologie.

MM. Engelmann et Van Iterson (2) ont fait plusieurs expériences sur l'influence qu'exercent les dilacérations et les traumatismes du muscle sur son excitabilité. Cette question est importante, non seulement en elle-même, mais encore au point de vue de la théorie des forces électriques du muscle. En effet, pour M. Hermann et pour quelques auteurs, le courant électrique propre n'existe pas dans un muscle qui n'a subi aucun traumatisme; tandis que, pour M. du Bois-Reymond, le courant électrique préexiste aux dilacérations qu'on veut lui faire subir. Or, si l'on prend le muscle cardiaque non altéré, son excitabilité décroît; mais si on le dilacère en un point, on voit aussitôt s'accroître son excitabilité. Cela est vrai des courants ascendants et descendants; mais c'est surtout avec des courants ascendants que cet accroissement d'excitabilité par le traumatisme est manifeste. Quel que soit le traumatisme du muscle (chimique, thermique, mécanique), les effets sont les mêmes au point de vue de la plus grande excitabilité. Sur le couturier de la grenouille les résultats ne sont pas tout à fait identiques à ceux qu'on observe sur le muscle cardiaque; cependant on voit aussi qu'un traumatisme accroît l'excitabilité. Pour les courants descendants, après un traumatisme du muscle, il y a excitabilité plus grande à la rupture du courant.

Ces données diverses auront peut-être l'avantage d'expliquer pourquoi le courant de clôture excite au cathode et le courant de rupture à l'anode. Ce fait n'est lui-même intéressant que parce qu'il nous permettra peut-être de pénétrer plus profondément dans le mécanisme de la réponse des tissus à l'excitation électrique.

MM. Dastre et Morat (1) reviennent sur l'exposé et la discussion de l'expérience qu'ils ont indiquée il y a quelques mois, expérience qui a soulevé quelques critiques, mais qui en somme paraît maintenant démonstrative de la fonction vaso-dilatatrice du grand sympathique (chez le chien). Si l'on excite au cou le nerf grand sympathique (cordon vago-sympathique du chien), on voit la région bucco-faciale du même côté rougir extrêmement, comme si l'on avait, dans cette expérience, excité un nerf vaso-dilatateur. Si l'on a sectionné la moelle épinière à la partie inférieure de la région cervicale, l'excitation de ce segment détermine une dilatation de la région cutanée bucco-faciale. Ce fait démontre qu'il existe des nerfs vaso-dilatateurs partant du segment inférieur de la moelle. Ces nerfs centrifuges sont les deuxième, troisième, quatrième et cinquième racines dorsales. Ces branches nerveuses destinées à l'innervation dilatatrice des vaisseaux suivent la voie du grand sympathique pour se rendre à la face, de sorte que si l'on excite le grand sympathique au cou, on excite les nerfs centrifuges vaso-dilatateurs venant de la moelle. Toute excitation médullaire amène cette même vaso-dilatation. Aussi, quand la moelle est excitée par le sang asphyxique, ordonne-t-elle la vaso-dilatation des régions faciales; mais c'est par l'entremise du grand sympathique. En effet, si l'on a coupé un des deux sympathiques, on ne voit plus, de ce côté, rougir la face pendant l'asphyxie. Cette vaso-dilatation peut être, dans certains cas, réflexe. Ainsi, si l'on excite le bout central du nerf vague isolé du sympathique, on voit encore une vaso-dilatation, mais qui est bilatérale,

(1) *Die Erschlaffung des Herzmuskel durch nervöse und durch directe Reizung* (*Archives de Pflüger*, t. XXVII, p. 197).

(2) *Uber den Einfluss örtlicher Verletzungen auf die elektrische Reizbarkeit der Muskeln* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 97).

(1) *Sur la fonction vaso-dilatatrice du nerf grand sympathique* (*Archives de physiologie*, 1882, n° 2, p. 177; n° 3, p. 337).

ce qui indique qu'elle est réflexe. Dans cette action réflexe, il y a un nerf centripète (le nerf vague), un centre réflecteur (le bulbe et la moelle), un nerf moteur (le sympathique). D'ailleurs l'excitation du bout central d'un nerf sensitif quelconque amène aussi une vaso-dilatation réflexe. Ainsi, en excitant le sciatique, on voit se manifester la congestion bucco-faciale. Cette congestion se manifeste encore quand les deux sympathiques ont été coupés. Par conséquent, tous les vaso-dilatateurs de la région ne sont pas contenus dans le grand sympathique.

M. Piot (1) a fait, dans le laboratoire de physiologie de la Faculté, sous la direction de M. Laborde, quelques expériences pour déterminer suivant quel ordre, dans l'asphyxie normale, viennent à disparaître les fonctions des tissus organisés. Il insiste avec raison sur ce fait que le moment de la mort est très difficile à préciser, et qu'on ne peut pas saisir le moment où l'arrêt du cœur et l'arrêt de la respiration sont définitifs. Il a dressé en quelque sorte le tableau de la hiérarchie des tissus devant la mort par l'asphyxie.

Ce qui disparaît en premier lieu, ce sont d'abord les mouvements mécaniques de l'inspiration ; puis les battements du cœur diminuent beaucoup de fréquence, mais persistent cependant; puis la cornée devient insensible, et la pupille se dilate énormément. Toutefois la dilatation de la pupille précède l'insensibilité de la cornée.

Ainsi que le remarque avec raison M. Piot, ce ne sont là que des signes de mort apparente, car on peut rappeler à la vie des chiens qui avaient déjà présenté ces phénomènes. Quand la respiration a cessé, quand les battements du cœur ne sont plus perceptibles, la vie n'est cependant pas tout à fait abolie. Aussi peut-on alors faire la respiration artificielle et rappeler à la vie des animaux qui n'ont plus de pouls perceptible ni de respiration spontanée.

Dans la deuxième partie de sa thèse, M. Piot donne le résultat de ses recherches et de celles de M. Laborde sur la respiration artificielle à l'aide d'un masque qu'on applique devant la bouche et les fosses nasales. Il serait très important d'étudier sur l'homme le résultat que donnerait l'application de ce masque pour la respiration artificielle, car ce serait un grand avantage que de supprimer l'insufflation par la bouche ou par la trachée ouverte.

Il y a eu à l'Académie de médecine une longue et importante discussion sur le chloroforme, discussion dont il a déjà été parlé dans la *Revue scientifique* (2). Mais il convient d'y revenir et d'insister sur le côté expérimental et biologique de cette question thérapeutique, car le problème de l'action du chloroforme intéresse trop la physiologie pour que nous puissions le passer sous silence.

M. Vulpian a indiqué avec précision les cas dans lesquels on peut expérimentalement déterminer la mort par le chloroforme. Si la dose de chloroforme absorbé est considérable, il y a abolition complète de toutes les fonctions nerveuses; on ne peut plus déterminer aucune action réflexe. La seule trace de vie qui persiste dans le système nerveux est localisée dans le bulbe, lequel continue à régir les mouvements de la respiration et du cœur. Dans ces conditions, toutes les parties de l'axe encéphalo-médullaire ont subi l'action du poison et sont profondément paralysées. Cependant les centres respirateurs, comme les centres excitateurs de la contraction cardiaque, ont conservé encore, non leur activité totale, mais une partie de leur activité. Toutefois le bulbe rachidien n'est pas complètement indemne; car on pourra, par une excitation sensible de la périphérie, arrêter définitivement son activité. On sait qu'une excitation sensible, l'électrisation du nerf sciatique, par exemple, peut provoquer soit une syncope respiratoire, soit un arrêt de la respiration. Sur un animal non chloroformé, cet arrêt de la respiration n'est jamais que passager, et bientôt, après une pause, on voit reparaître le rythme respiratoire normal. Mais quand le chloroforme a été poussé très loin, une excitation sensible et forte amène une syncope respiratoire, qui, au lieu d'être passagère, est définitive. Par conséquent, les opérations chirurgicales faites sur des individus profondément chloroformés peuvent entraîner la mort par cette action réflexe d'arrêt, qui porte sur le centre respiratoire et suspend pour longtemps sa fonction.

Cette expérience est très intéressante à un autre point de vue. Elle prouve que, même lorsque toutes les parties de la moelle paraissent inertes et sont, en réalite, impuissantes à produire un réflexe, cependant la moelle a conservé sa conductibilité, puisque les excitations périphériques peuvent, en la traversant tout entière dans sa longueur, arriver jusqu'au bulbe, et là, produire l'arrêt des mouvements respiratoires.

Mais, à la vérité, ce n'est pas la syncope respiratoire qui présente les dangers les plus redoutables. En effet, il est toujours possible de suppléer, par un procédé quelconque de respiration artificielle, à l'absence de respiration spontanée. Ce qu'il faut avant tout redouter, c'est la syncope cardiaque; celle-là, en effet, est irrémédiable, et l'arrêt du cœur ne peut être combattu par aucun moyen. Or, de même que la syncope respiratoire peut être définitive, chez un animal chloroformé, de même, chez un animal intoxiqué par la même substance, la syncope cardiaque réflexe peut aussi être définitive. On sait que l'excitation du bout périphérique des pneumogastriques, chez un animal normal, arrête le cœur en diastole; mais on sait aussi que, dans ces conditions, jamais la mort du cœur n'est définitive. On ne peut jamais tuer un chien ou un lapin en excitant par des courants aussi forts et aussi prolongés qu'on voudra les bouts périphériques des pneumo-gastriques. Or, chez les animaux chloralisés ou chloroformisés, non seulement on peut obtenir l'arrêt du cœur, mais encore cet arrêt est quelquefois définitif.

Ainsi, lorsque le système nerveux est empoisonné par un anesthésique, les phénomènes d'arrêt qu'il présente à l'état normal, il peut les présenter encore; mais ce ne sont plus

(1) *Recherches expérimentales sur la mort apparente dans l'asphyxie, et son traitement par un procédé nouveau de respiration artificielle.* Thèse inaugurale de la Faculté de médecine de Paris, n° 117. 63 pages. Chez Parent, 1882.

(2) *Revue scientifique*, mars 1882, n° 12, p. 376.

des arrêts transitoires, ce sont des arrêts définitifs et mortels. Sur un animal sain, l'excitation du bout central du pneumogastrique arrête la respiration; l'excitation du bout périphérique amène l'arrêt du cœur en diastole. Ces deux phénomènes s'observent aussi quand les animaux sont chloralisés ou chloroformisés; mais alors l'arrêt de la respiration est définitif, et l'arrêt du cœur est définitif (au moins dans quelques cas).

Par là s'expliquent les morts subites qu'ont vues beaucoup de chirurgiens; ces morts subites surviennent dans le cours de la chloroformisation, alors que nulle autre action réflexe n'est possible, et qu'une grande quantité de chloroforme a été absorbée. Elles coïncident généralement avec une excitation nerveuse forte (comme la traction sur un membre luxé, l'arrachement d'un nerf, la dilatation de l'anus, etc.). Ce sont des syncopes réflexes, qui sont devenues mortelles par suite de l'état physiologique dans lequel se trouve l'animal. Tout se passe comme si le système nerveux profondément débilité par l'intoxication chloroformique manquait de l'énergie suffisante pour réagir contre les actions d'arrêt qui viennent suspendre sa fonction.

Il importe que les chirurgiens aient bien présentes à l'esprit ces notions physiologiques, car elles peuvent les guider dans la manière d'administrer le chloroforme. Peut-être, contrairement à l'opinion classique, la période qu'on appelle de tolérance est-elle précisément la période la plus dangereuse.

MM. Penzoldt et Fleischer (1) ont cherché à connaître l'influence de la dyspnée ou d'une respiration insuffisante sur les combustions des tissus. Leurs observations ont porté sur la composition de l'urine, et sa richesse en urée, en acide urique et en phosphates. Les expériences étaient faites sur des chiens placés dans des caisses hermétiquement closes. Dans ce réceptacle respirait l'animal. Quelquefois on introduisait dans la caisse des gaz inertes, comme l'hydrogène ou l'azote. Quelquefois l'animal respirait simplement l'air confiné. Sur des chiens soumis ainsi à la dyspnée, on voit d'abord une augmentation assez notable de la quantité d'urine émise, et, en même temps, de l'urée excrétée en vingt-quatre heures, aussi bien que des phosphates éliminés, ainsi que l'indique le tableau suivant :

	Urée.	Phosphates.
Expérience 1. — Avant la dyspnée.	16,56	1,393
Pendant et après la dyspnée.	21,47	1,593
Expérience 2. — Avant la dyspnée	22,44	2,081
Pendant et après la dyspnée	27,28	2,001
Expérience 3. — Avant la dyspnée	96,00	6,64
Pendant et après la dyspnée.	102,6	6,88
Expérience 4. — Avant la dyspnée	60,6	3,44
Pendant et après la dyspnée.	67,0	3,86
Expérience 5. — Avant la dyspnée.	121,4	7,22
Pendant et après la dyspnée.	121,3	7,6
Expérience 6. — (Chien inanitié) avant la dyspnée.	22,91	2,158
Pendant et après la dyspnée	25,22	1,970

Sur les oiseaux, les résultats sont beaucoup moins nets, et la quantité d'acide urique éliminée pendant la dyspnée n'est guère plus considérable que celle qui, dans le même espace de temps, est éliminée à l'état normal.

Sur des chiens curarisés on a pu pratiquer tantôt l'apnée, c'est-à-dire la respiration artificielle fréquente, de manière à introduire une grande quantité d'oxygène dans le sang, tantôt la dyspnée, en diminuant la quantité d'oxygène introduite par la respiration artificielle. Cette expérience est importante; car, chez les animaux curarisés, il n'y a pas de contractions tétaniques violentes comme celles qu'on voit chez un animal asphyxié. Dans ces conditions, on voit que la quantité d'urée rendue est un peu plus considérable; la quantité d'urée et de phosphate augmente aussi, comme aussi les sulfates et les chlorures éliminés. Au contraire, dans l'apnée, la quantité d'urine est un peu diminuée, l'urée augmente un peu; mais ce sont surtout les chlorures et les sulfates qui sont éliminés en moindre quantité.

Il faut remarquer que ces effets de l'apnée ou de la dyspnée ne sont pas immédiats, mais qu'il y a à tenir compte de l'élimination qui se fait les jours suivants. Souvent le défaut d'oxygène n'amène d'abord aucun effet sur la production plus abondante de l'urée, et ce n'est que plus tard que ce phénomène se manifeste.

Il résulte de ces expériences que la quantité d'oxygène contenue dans le sang exerce une influence assez notable sur l'élimination, ou plutôt sur la désassimilation des substances de déchet de l'organisme. Mais il est difficile de savoir si cette différence tient au changement de la composition chimique du sang ou à l'excitation de tel ou tel élément nerveux.

M. Sternberg (1) a fait sur les fermentations par les microbes une série d'expériences assez intéressantes. Il fait d'abord remarquer que sur les êtres vivants il existe constamment, à l'état normal, beaucoup d'organismes inférieurs. Ainsi, dans la bouche et tout le long du canal alimentaire, se trouve un grand nombre de *Bacterium*, de *Bacillus*, de *Spirillum*, de *Micrococcus*, de *Leptotrix*, de *Torula*, qui jouent évidemment un certain rôle dans les fonctions chimiques de l'organisme. M. Sternberg, après avoir examiné, par la méthode des cultures artificielles aussi bien que par l'observation directe, ces microbes contenus dans la bouche, pense qu'on y trouve à peu près toutes les variétés botaniques communes des microbes, et en particulier le *Micrococcus septicus*. De même, à l'orifice du canal de l'urèthre, on trouve le *Micrococcus ureæ*. Il faut prendre des précautions particulières pour que l'urine sortant du canal uréthral ne soit ensemencée par le *Micrococcus ureæ*. De belles photographies microscopiques montrent le développement

(1) *Experimentelle Beiträge zur Pathologie des Stoffwechsels mitbesonderer Berücksichtigung des Einflusses von Respirationsstörungen* (*Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*), t. LXXXVII, fasc. 2, p. 210 à 262.

(1) *Bacterial organism of healthy persons. — Septicœmia by injection of human saliva. — Experiments with disinfectants.* — (*Studies from the biological Laboratory. Baltimore*, t. II, n° 2, 1882, p. 157 à 213.)

de ces microbes, trouvés, soit dans la salive, soit à l'orifice uréthral, soit dans le pus blennorrhagique, soit dans les excréments, etc. Ces recherches ne font que confirmer un fait déjà connu (1) et sur lequel les expériences de M. Duclaux appellent en ce moment l'attention des physiologistes, à savoir que beaucoup d'actions chimiques, qui se passent dans les organismes vivants, sont dues à l'évolution de quelques microbes.

M. Sternberg a aussi reproduit les expériences de M. Pasteur et de M. Vulpian sur les effets toxiques des injections de salive humaine. La salive, à la dose de 1cc,5, injectée à un lapin, est fatalement mortelle, et la mort survient en moins de quarante-huit heures. Le sang des lapins ainsi empoisonnés devient septique. Cultivé et injecté de nouveau, il est mortel pour d'autres lapins.

Enfin, mélangeant des agents septiques avec telle ou telle substance chimique, M. Sternberg a recherché les limites de l'action désinfectante (c'est-à-dire destructive des ferments organisés) propres à chacune de ces substances. Il classe ainsi les désinfectants, d'après ses expériences : 1° désinfectants qui agissent à une dose plus petite que 0,5 pour 100 : iode, acide chromique, sulfates de fer et de cuivre, acide chlorhydrique, nitrique, sulfurique, soude et hyposulfite de soude, perchlorure de fer, thymol; 2° désinfectants qui agissent à plus de 0,5, et moins de 2 pour 100 : phénol, acide salicylique, chlorure de zinc, tannin, borax, potasse, alun, sulfate de zinc, sulfure de potassium, permanganate de potasse; 3° substances qui agissent seulement à une dose plus forte que 2 pour 100 : chlorates et chlorures de potassium et de sodium, alcool, glycérine, sulfate de magnésie, etc.

Ces faits ne forment pas une théorie d'ensemble; ce sont seulement des points de détails qui contribueront à édifier la théorie définitive des fermentations septiques, ou non, qui se développent dans les organismes vivants.

M. Ch. Richet (2) a indiqué quelques faits relatifs aux réactions chimiques réductrices que l'on constate sur l'urine. Si l'on traite l'urine par l'iodo-mercurate de potassium, le mercure est réduit et se précipite. Cette réduction du mercure est assez considérable pour être encore appréciable lorsque l'urine est diluée dans cent fois son volume d'eau. On peut facilement faire le dosage de la quantité de mercure réduit, et l'on constate qu'il y a un rapport constant entre la proportion d'urée et la proportion de mercure précipité. (Cependant l'urée n'est pour rien dans la réduction de la liqueur.) La cause de ce phénomène, c'est que probablement les substances qui passent dans l'urine passent toutes dans des proportions à peu près égales. Quand l'urine est concentrée, il y a beaucoup d'urée, et aussi beaucoup de matières extractives; et, quand l'urine est diluée, c'est le contraire qu'on observe. D'une manière générale, un litre d'urine précipite à peu près 5gr,5 de mercure métallique. Si la proportion d'urée dans l'urine est de 15 grammes par litre, la quantité de mercure réduite est environ de 5 grammes.

Un autre fait sur lequel M. Ch. Richet a appelé l'attention, c'est que la proportion entre le poids de l'urée et la réduction du mercure n'est pas la même chez les différents individus. Il y a, pour ainsi dire, un coefficient personnel, c'est-à-dire chez les différentes personnes dont l'urine est examinée pendant plusieurs jours consécutivement, une relation constante entre la proportion d'urée et celles des matières extractives.

Ni l'acide urique, ni la xanthine, ni les sulfophénates, ni la créatine, ni l'acide lactique ne donnent à froid la réduction de l'iodo-mercurate de potassium; mais la créatinine réduit cette liqueur. Il est douteux, toutefois, que ce soit la créatinine seule qui donne la réaction. En tout cas, les acides, même concentrés, même à l'ébullition, n'altèrent pas ces substances.

Une autre réaction de l'urine doit être signalée. C'est celle qui résulte de la réduction du ferricyanure de potassium. Si l'on mélange à l'urine quelques gouttes d'une solution de ferricyanure de potassium dans un milieu acide, puis qu'on ajoute à ce mélange un peu de perchlorure de fer, on verra aussitôt une magnifique coloration bleue (bleu de Prusse), caractéristique de la transformation du ferricyanure en ferrocyanure. Un changement de teinte apparaît encore, même si l'urine a été diluée dans deux cents fois son volume d'eau. Il est vraisemblable que ce ne sont pas les mêmes substances qui agissent sur l'iodhydrargyrate de potassium et sur le ferricyanure, car l'urine traitée par la moitié de son volume d'acide nitrique concentré ne donne plus, après neutralisation, la réaction du bleu de Prusse, alors qu'elle réduit très bien la liqueur mercurique. En outre, la créatinine n'agit pas sur le ferricyanure de potassium.

Cette réaction avec le ferricyanure a été signalée comme caractéristique des ptomaïnes; mais il n'est pas certain que ce soient des ptomaïnes qui la produisent. En tout cas, ni l'urée, ni l'acide urique, ni la xanthine, ni la créatine, ni la créatinine, ni l'acide lactique n'oxydent le ferricyanure.

M. Lebedeff (1) a fait, dans le laboratoire de M. Vulpian, des expériences sur la virulence des liquides septiques modifiés par la chaleur. A l'ébullition les liquides séro-sanguinolents se coagulent en partie, mais le principe virulent reste enfermé dans le caillot, tandis que dans le sérum qui surnage, il n'y a plus de virulence. Si l'on place le liquide septique à une température de 40°, il se développe beaucoup d'organismes inférieurs; mais leur virulence disparaît. Le même liquide, conservé pendant plusieurs jours à la température de 15°, conserve toute son activité septique. Le liquide

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, mars et avril 1882 — *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1878, p. 272.

(2) *Bulletin de la Société de biologie*, 1882, 1er avril, n° 13, p. 233.

(1) *Contribution à l'étude de l'action de la chaleur et du dessèchement sur la virulence des liquides septiques et sur les organismes inférieurs.* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, t. III, n° 10, mars 1882, p. 192 à 194.)

séro-sanguinolent peut être desséché complètement pendant plusieurs jours, sans perdre sa virulence. Placée dans le champ du microscope, elle présente de nombreux micrococcus qui revivent instantanément dès qu'on y ajoute une goutte d'eau. Cette même substance virulente, après qu'elle a été la matière desséchée, peut être portée, même pendant vingt-quatre heures, à la température de 100°, sans perdre son activité septique, tandis qu'une température de 180°, même pendant une heure, la rend tout à fait inoffensive.

M. A. Waller (1) en expérimentant sur lui-même, a constaté qu'un courant galvanique agissant sur un nerf (nerf médian, nerf tibial) produit une contraction d'ouverture beaucoup plus lente que la contraction de fermeture (rupture). On sait que Bezold avait constaté, il y a longtemps, que la contraction des muscles, sous l'influence du courant galvanique, a une période latente considérable. Or, d'après M. Waller, il y a une différence de 4/100 de seconde entre la contraction de fermeture et la contraction de rupture du courant. La contraction de clôture est toujours très longue. Si elle est aussi longue, c'est que l'état anélectrotonique persiste dans le nerf quelque temps après la rupture du courant galvanique qui l'a déterminée.

M. Zuntz (2) a montré que dans la fièvre il y a non seulement augmentation de l'acide carbonique excrété, mais encore que l'absorption d'oxygène est plus active; de sorte que le quotient respiratoire (rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé) ne varie pas sensiblement. Les animaux étaient rendus fébricitants au moyen d'injections de liquides putrides. Le tableau suivant donne les résultats des expériences :

	Oxygène.	Acide carbonique.
	—	—
Avant la fièvre	528,5	390,1
Pendant la fièvre	720,5	528,6

L'injection putride n'active pas instantanément l'échange gazeux, et c'est à la quatrième heure qu'apparaît cette augmentation d'acide carbonique.

M. Gréhant (3) a constaté que l'élimination de l'acide carbonique par le poumon ne se modifie pas après qu'on a fait la section d'un des pneumo-gastriques, même après la section des deux pneumo-gastriques il ne survient guère de changement appréciable dans la quantité d'acide carbonique exhalée. Chez les animaux morphinisés on voit aussi que l'activité de la production d'acide carbonique est beaucoup moins grande. Tout se passe comme si la morphine provoquait le sommeil des éléments nerveux, de sorte que, chez des chiens morphinisés, l'acide carbonique exhalé est trois fois moindre que chez des chiens normaux, toutes conditions égales d'ailleurs.

(1) *Sur le temps perdu de la contraction d'ouverture* (*Archives de physiologie*, 1882, p. 383).

(2) *Stoffwechsel fiebernder Tiere* (*Archiv für Physiologie*, 1882, p. 49).

(3) *Bulletin de la Société de biologie*, mars 1882, n° 12, p. 221.

MM. Babes et Rozsahegyi (1) ont fait quelques recherches expérimentales fructueuses sur l'étiologie de la fièvre intermittente (2). On sait que Klebs et Tommasi Crudeli ont découvert dans les pays infestés de fièvre intermittente, que le sol et l'air contiennent le germe d'un bacillus qu'ils appelèrent *Bacillus malariæ*. Marchiafava trouva ces microbes dans le sang d'individus morts de fièvre intermittente. Dans le sang d'individus sains, il n'y a jamais de bactéries ou de micrococcus; au contraire, on trouve ces organismes dans l'estomac et les intestins de la plupart des cadavres. En Hongrie, où la fièvre intermittente est très fréquente, il était important de rechercher s'il n'existe pas dans le sol des germes infectieux. M. Rozsahegyi a pu constater que si l'on prend quelques parcelles de la surface du sol dans les pays où la fièvre paludéenne est fréquente, et si l'on fait, avec les précautions convenables, macérer cette terre dans une solution d'ichtyocolle; au bout de quarante-huit heures, il s'y développe quelquefois des organismes dont on peut suivre les divers états. Ces organismes, quand ils se trouvent dans le sol, ne possèdent pas la forme de bacillus, mais celle de spores (corpuscules brillants de Pasteur). Quand on enlève aux bacillus leur milieu nutritif convenable, ils reprennent leur forme de spores. Inversement, les spores, dans un milieu nutritif approprié, deviennent des bacillus. Puis, quand leur nutrition continue, ces bacillus se multiplient par segmentation. Quelquefois cette segmentation se fait en séries de bacillus, quelquefois en séries de spores. Si le milieu nutritif est très favorable, comme par exemple, si l'on ajoute du sang ou de l'ichtyocolle, les filaments bactéridiens deviennent très longs et très épais. Mais, à mesure que l'alimentation devient insuffisante, les bactéridies tendent à reprendre l'aspect des spores. Ces spores sont attachés aux bactéridies, qui donnent deux ou trois spores par bactéridie. Le milieu le plus favorable pour le développement de ces microbes, c'est un mélange de cendres du sol, de sang et d'ichtyocolle.

Les bactéridies adultes ne sont pas aussi résistantes que les spores. Celles-ci offrent une résistance vraiment prodigieuse aux actions physiques. Il résulte des recherches de M. Rozsahegyi que, pour tuer définitivement les spores, il faut les placer pendant deux heures dans un milieu de 190 à 195°. Ainsi les changements climatériques ne modifient pas l'activité du germe de la malaria. Ce qui agit sur lui, c'est l'état d'humidité ou de sécheresse du sol, et sa teneur en matières organiques.

Des recherches ayant trait aussi à la nature parasitaire d'une affection morbide sont dues à M. Baumgarten (3) sur la

(1) Analyse d'après le hongrois *Biologisches Centralblatt*, 15 avril 1882, t. II, n° 4, p. 97.

(2) Voyez sur ce même sujet l'article de M. Laveran, p. 530.

(3) *Tuberkeln bacterien* (*Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*, 1882, 15 avril, n° 15, p. 257).

nature de la tuberculose. D'après cet auteur, la formation de tubercules s'accompagne d'une production de bactéries, qui sont intimement mélangées à la matière tuberculeuse. Si l'on prend un tubercule pour le placer dans l'alcool absolu pendant vingt-quatre heures, de manière à le durcir assez pour en faire des coupes qu'on place dans une solution sodique, on voit très nettement des agglomérations de bactéries qui ressemblent au *Bacterium termo*. Non seulement sur le lapin, mais encore sur l'homme, on peut observer ces bactéries du produit tuberculeux. M. Baumgarten donne dans sa courte notice un type d'amas bactériens trouvé dans le tubercule de l'iris d'un lapin.

Ainsi se développe de plus en plus la théorie de la nature parasitaire de diverses maladies.

M. Léo (1) a cherché par des méthodes précises à savoir si l'organisme vivant dégage une certaine quantité d'azote à l'état libre, autrement dit s'il y a plus d'azote parmi les produits expirés que dans l'air inspiré. On sait que cette question, très controversée, n'a pas encore reçu de solution définitivement satisfaisante. D'après M. Léo, la quantité d'azote exhalée est tout à fait minime, comme l'indique le tableau suivant :

	Quantité d'azote exhalée par heure pour un kilogramme de l'animal.
Première expérience	0,00034
Deuxième id.	0,00054
Troisième id.	0,00039
Quatrième id.	0,00043

Quelles que soient les précautions prises, par suite des difficultés techniques inhérentes à ces expériences extrêmement délicates, il n'est pas certain qu'on ait évité toutes les causes d'erreur tendant à accroître le poids de l'azote. Par conséquent, il est vraisemblable que l'élimination d'azote libre par la respiration, si tant est qu'elle existe, est extrêmement faible et ne représente guère que la deux centième partie de la matière albuminoïde détruite par l'animal vivant.

M. Luchsinger (2) a étudié avec soin un phénomène curieux, observé déjà par quelques auteurs. C'est la contraction rythmique et automatique des veines de l'aile des chauves-souris. En mettant ces vaisseaux sous le microscope, on les voit animés de mouvements rythmiques forts, se reproduisant de huit à dix fois par minute. Même lorsqu'on a coupé tous les nerfs se rendant à la membrane ailée, même lorsqu'on a détruit par l'ammoniaque tous les rameaux nerveux qui accompagnent le tronc artériel, on voit persister les contractions du vaisseau. Par conséquent, la cause de ces pulsations veineuses n'est pas dans le système nerveux central, et probablement il y a des ganglions disposés dans la paroi veineuse, qui, plus ou moins indépendants de l'appareil central, commandent le rythme vasculaire. Si l'on fait l'amputation de l'aile, en respectant la veine, on voit pendant plus d'un quart d'heure persister les mouvements rythmiques. L'expérience suivante est fort instructive. Si, sur une chauve-souris asphyxiée, on pratique ensuite, immédiatement après la mort (arrêt du cœur), la respiration artificielle, de manière à faire passer dans les vaisseaux du sang oxygéné, on voit reparaître et persister, même vingt heures après la mort de l'animal, les mouvements rythmiques. L'élévation de la pression intra-vasculaire semble être, pour le vaisseau, une excitation puissante.

La température en s'élevant accélère le rythme, qui devient lent quand la température est basse. Sur une chauve-souris en état d'hibernation on ne constata aucun mouvement rythmique. Les courants électriques tétanisants accélèrent le rythme. Le nitrite d'amyle paralyse immédiatement les contractions de la veine.

Ces expériences de M. Luchsinger intéressent beaucoup la physiologie générale, car nous avons là l'exemple le plus frappant qu'on puisse donner de l'activité des centres ganglionnaires périphériques indépendants de l'innervation centrale.

MM. Mott et Horsley (1) ont cherché à savoir si dans les tissus sains et dans le sang d'un animal bien portant, il existe des microbes ou des germes de microbes. En prenant, avec des précautions peut-être insuffisantes, le sang d'un animal sain, ou bien en plaçant un organe sain dans un bain de paraffine à 110°, ils ont vu l'organe exposé à l'étuve pendant plusieurs mois se putréfier et donner naissance à de nombreuses séries de coccus, de micrococcus et de bactéries. Les formes étaient les mêmes pour les tissus des lapins ou des chats, dont les viscères étaient mis en expérience. Le degré plus ou moins élevé de la température d'incubation modifie la forme des germes.

M. Aubert (2), au moyen d'un appareil que nous ne pouvons décrire ici, a fait vivre des grenouilles dans des atmosphères diverses privées d'oxygène ou d'acide carbonique, et il a vérifié ainsi la plupart des faits admis (et quelquefois sans preuves bien positives) par la plupart des physiologistes. La température augmente beaucoup l'élimination d'acide carbonique. Ainsi telle grenouille à 17° ne donnait plus (pour 1 kilogramme du poids de l'animal) que 2gr,65 d'acide carbonique, à la température de 1°,5. Au contraire, une autre grenouille à 14°,5 donnait, dans le même temps, 2gr,1 d'acide carbonique. Si l'animal s'agite ou se débat, l'exhalation d'acide carbonique est toujours beaucoup plus considérable. En outre, la production de ce gaz n'est guère

(1) *Bildung von freiem Stickstoff im Thierischem Organismus* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 218).

(2) *Venenherzen in der Pflughaut der Fledermause* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 445).

(1) *Bacteria in healthy tissues* (*Journal of Physiology*, t. III, janvier 1882, nos 3 et 4, p. 188).

(2) *Kohlensäureausscheidung der Frösche* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 293).

modifiée par l'absence d'oxygène dans le milieu respiratoire; fait fondamental, qui, depuis Williams Edwards, est la base de toute théorie de la respiration. En effet, il faut admettre que dans l'organisme vivant la production d'acide carbonique est indépendante de l'absorption d'oxygène. Ce qui influence presque uniquement l'exhalation d'acide carbonique, c'est la température. Plus la température s'élève, plus il s'exhale d'acide carbonique.

M. Aubert a porté aussi son attention sur un phénomène particulier aux grenouilles asphyxiées. Celles-ci restent pendant longtemps inanimées et sans pouvoir faire un seul mouvement, même quand on les excite. Des grenouilles placées à 2° dans de l'air privé d'oxygène vivent plusieurs jours et continuent à se mouvoir. Mais, quand la température est de 25°, il suffit de moins d'une demi-heure pour amener la cessation de tout mouvement. Le tableau suivant indique cette influence de la température :

Température.	Immobilité au bout de	
2°	11 540	minutes.
6°	1 750	—
8°	1 383	—
11°,5	427	—
12°,7	355	—
14°,5	280	—
17°,5	218	—
18°,5	138	—
19°,7	113	—
21°,1	101	—
22°,8	83	—
26°,5	45	—
27°,5	35	—
28°	15	—
29°	12	—

En général, ce sont les mouvements volontaires qui disparaissent d'abord, puis les mouvements réflexes. Ceux-là ne sont anéantis que lorsque déjà les mouvements respiratoires ont complètement disparu. Le retour des fonctions par la restitution d'oxygène se fait en sens inverse. La moelle revient d'abord à la vie, puis c'est le centre respiratoire; puis enfin ce sont les centres excito-moteurs qui président aux mouvements spontanés. En tout état de cause, c'est le cœur qui cesse en dernier lieu sa fonction, et c'est lui qui renaît le premier à la vie. Quand le cœur a cessé de battre, la restitution à la vie est quelquefois possible; quelquefois, au contraire, la mort de l'animal a été définitive. M. Aubert a aussi recherché pourquoi quelquefois les grenouilles asphyxiées exécutent des bâillements profonds en ouvrant fortement la gueule; mais la détermination de ce phénomène n'a pu être faite.

M. Lewaschev (1) a cherché à déterminer l'influence directe de la température sur les ganglions qui innervent les vaisseaux. Afin d'éviter toute influence des centres nerveux, il faisait l'expérience sur des chiens auxquels il avait coupé le nerf sciatique. Le membre inférieur était entouré d'un manchon d'eau portée à une température déterminée; on établissait la circulation artificielle à travers les vaisseaux de ce membre, et, pour juger l'état de resserrement ou de dilatation des vaso-moteurs, on mesurait la quantité de sang s'écoulant pour une pression donnée à tel ou tel moment de l'expérience. Sur le membre ainsi séparé et détaché de ses connexions nerveuses, des contractions spontanées furent observées. L'élévation de température dilate les vaisseaux périphériques, ce qui se traduit par un écoulement plus abondant du sang. Au contraire, quand la température s'abaisse, les artérioles et les capillaires se rétrécissent. Ainsi la chaleur produit la dilatation vasculaire périphérique, non seulement en agissant sur les centres nerveux encéphalo-médullaires, mais encore en agissant sur les vaisseaux eux-mêmes, peut-être sur les centres ganglionnaires annexés aux muscles artériels.

M. Wedenski (1) contredit quelques-unes des opinions de M. Rosenthal sur l'innervation respiratoire. Si l'on coupe à un lapin ou à un chien les deux nerfs pneumo-gastriques, l'excitation du bout central de ces deux nerfs modifie le type de la respiration. Si l'excitation est faite pendant la période inspiratoire, on diminue l'inspiration qui devient moins profonde; si, au contraire, l'excitation est faite pendant la période expiratoire, on diminue l'expiration, ou, autrement dit, on hâte le retour d'une inspiration nouvelle. Il y a donc des alternances d'activité dans le centre respiratoire, et l'effet est différent, suivant qu'on agit pendant la période d'inspiration ou la période d'expiration. Tels sont les résultats d'une excitation électrique passagère. Si l'excitation électrique est plus forte et plus prolongée, le résultat est à peu près le même. Seulement l'effet obtenu est un arrêt complet, soit dans l'expiration, soit dans l'inspiration. Ces expériences montreront sans doute à quel point est compliqué le mécanisme de l'innervation respiratoire, et l'on peut penser que nous ne sommes pas encore en état d'en connaître le mécanisme.

M. Langendorff (2) continue à combattre l'opinion, devenue classique, de Flourens sur l'existence d'un centre respiratoire dans la moelle allongée. Dans un travail antérieur, il avait établi que des centres respiratoires existent au-dessous du nœud vital, dans la portion cervicale de la moelle épinière. Il maintient son opinion contre les critiques de M. Rosenthal. Pour lui, dans la moelle allongée et même dans le bulbe, il existe plutôt un centre arrestateur qu'un centre excitateur de la respiration. En agissant avec des excitants électriques, mécaniques, et surtout chimiques, on peut arrêter la respiration. Cet arrêt réussit très bien si l'on place sur la moelle allongée d'une grenouille un cristal de sel gemme. Le cœur s'arrête (par suite de l'action modératrice

(1) *Peripherische vasomotorische Centren.* (*Archives de Pflüger*, t. XXVI, p. 60.)

(1) *Electrische Vagusreizung.* (*Archives de Pflüger*, t. XXVII, p. 1).
(2) *Reizung des verlängerten Markes* (*Archiv für Physiologie*, 1881, p. 519.)

du pneumo-gastrique). Des convulsions générales apparaissent (par suite de l'excitation du centre convulsif), et, en même temps la respiration cesse. Il est donc vraisemblable que cette cessation des fonctions respiratoires est due à une excitation de la moelle allongée, qui, au lieu d'être le stimulant de la respiration, est l'appareil qui arrête la respiration.

Nous signalerons, en terminant, l'activité méritoire que déploient les journalistes anglais dans les journaux de médecine pour combattre le bill qui prohibe ou du moins qui rend très difficiles les vivisections. Il n'est presque pas de numéro de la *Lancet*, du *British medical journal*, etc., où l'on ne trouve quelques-uns des nombreux et décisifs arguments qu'on peut alléguer en faveur de la vivisection. Il est évident que sans la vivisection il n'y a pas de physiologie possible. Or les progrès de la médecine, c'est-à-dire l'allègement des souffrances humaines, sont tellement liés à la physiologie, que toute conquête scientifique devient une conquête sur la maladie. Nous espérons que le pays des Harvey, des Hales et des Hunter ne restera pas plus longtemps en dehors des progrès de la biologie.

En France, nous n'avons pas de difficultés analogues ; cependant les membres de la Société protectrice des animaux font des efforts persévérants, et qui ne sont pas toujours infructueux, pour arracher les chiens de la fourrière aux expérimentations. Il ne faut pas attacher trop d'importance à quelques faits isolés ; mais, cependant, nous appelons l'attention des autorités compétentes, et en particulier de la préfecture de police, sur les agissements de quelques membres de la Société protectrice des animaux, qui, influençant certains employés subalternes de la fourrière, tendent depuis quelque temps à restreindre le nombre des chiens qui sont mis à la disposition des laboratoires de physiologie.

Remarquons, à ce propos, qu'il se fait en France, comparativement à l'Allemagne, un bien petit nombre d'expériences et de travaux physiologiques. Cet état de choses est assurément regrettable. Il tient peut-être à une centralisation trop grande. Il n'y a guère que Paris qui produise des travaux de physiologie. C'est tout à fait exceptionnellement qu'il en vient de la province. Quelle différence avec ce qui se passe en Allemagne ! M. Ludwig, à Leipzig ; M. Heidenhain, à Breslau ; M. Preyer, à Iéna ; M. Pflüger, à Bonn ; M. Kuhne, à Heidelberg ; M. Voit, à Munich ; M. Rosenthal, à Erlangen ; M. Gad, à Würtzbourg ; M. Aubert, à Rostock ; M. Hermann, à Zurich ; M. Luchsinger, à Berne ; M. Goltz et M. Hoppe-Seyler, à Strasbourg ; M. Brücke, à Vienne ; M. Marchand, à Halle ; M. Langendorff, à Königsberg ; M. Eckhardt, M. Grünhagen, M. Funke, etc., etc., non seulement professent la physiologie, mais encore font des travaux originaux et en font faire à leurs élèves. Quels sont, en France, les laboratoires de province qui donnent naissance à quelque travail de physiologie expérimentale ? Est-ce une consolation suffisante que de penser à l'immense supériorité de Paris, au point de vue scientifique, sur les autres villes du monde ?

CORRESPONDANCE

L'enseignement scientifique en Roumanie.

La Roumanie comme pays libre, indépendant, n'existe que depuis très peu de temps ; que de patience, de force et de travail on a dépensés pour arriver à l'état actuel ! Il a fallu de plus que les Roumains laissassent beaucoup d'entre eux sur les champs de bataille de la Bulgarie, pour que les puissances européennes consacrassent enfin ce que ce pays désirait d'une façon légitime et on peut dire que la Roumanie n'existe véritablement comme État que depuis le traité de Berlin; par conséquent, toute l'activité du pays et de ses hommes d'État a été dirigée du côté de cette question très naturelle : faisons notre patrie libre et indépendante, et nous nous occuperons ensuite de son progrès intellectuel ; c'est ce qu'on a fait et ce qu'on fait tous les jours. Malgré cela, les Roumains ne sont pas complètement en arrière en ce qui concerne l'instruction en général, pour ne pas parler que de l'enseignement supérieur ; il y a en Roumanie deux facultés des sciences, une à Jassy, et une autre à Bucharest; presque tous les professeurs ont fait leurs études en France ; on compte même deux ou trois docteurs ès sciences de la faculté de Paris. L'État lui-même encourage ceux qui s'occupent des sciences en créant des bourses près les facultés et en envoyant à l'étranger des étudiants pour compléter leur éducation scientifique ; ces jeunes gens sont envoyés de préférence en France; et je puis dire sans réserve qu'il n'y a que dans ce pays où on peut faire des études sérieuses et pratiques et où on est reçu à bras ouverts et encouragé, de plus, où on trouve les plus grandes facilités pour toutes sortes d'observations scientifiques. Comme Roumain et comme élève à l'école des hautes études, je profite de l'occasion d'apporter ce juste et légitime hommage. L'enseignement scientifique supérieur est organisé presque comme en France; à part certaines modifications, le programme des cours est le même ; la différence consiste dans la façon de passer les examens que je trouve défectueuse à mon avis. L'étudiant est obligé de passer des examens à la fin de chaque année et ensuite au bout de trois ans de passer la licence, ce qui lui fait double travail sans aucun profit; j'estime mieux qu'il faut adopter le système français d'une manière complète, c'est-à-dire supprimer les examens partiels et laisser tout simplement l'examen de la licence à chaque faculté. Il n'y a pour le moment que des professeurs titulaires, ce qui est insuffisant. J'ai entendu dire que les Chambres roumaines ont voté une loi sur l'agrégation dans l'enseignement supérieur, mais jusqu'à présent, je n'ai pas vu le texte dans aucun journal du pays et par conséquent je ne peux rien dire. Pour être professeur dans une Faculté des sciences il faut être licencié ès sciences, soit de France, soit du pays, ou docteur et passer un concours ; pour la faculté de Jassy, on passe un concours à Bucharest et réciproquement. Les professeurs portent le titre de provisoire pendant trois ans ; passé ce temps, ils acquièrent le titre définitif et alors

ils sont *inamovibles ;* leur traitement est en général de 6000 francs par an. Chaque Faculté a un doyen élu par le corps professionnel et agréé par le ministère de l'instruction publique; le doyen ne cesse pas de faire son cours, et ses pouvoirs durent trois ans. Pour encourager les élèves pauvres, l'État a créé des bourses qui s'obtiennent par concours; chaque boursier reçoit soixante francs par mois, ce qui n'est pas énorme; mais c'est suffisant pour le moment, considérant que la vie est beaucoup moins chère qu'en France. Il y a deux ans à peine, on a fait un pas de plus dans le progrès de l'enseignement scientifique, l'État a fondé une école normale supérieure dont la section scientifique est à Jassy. Son organisation est la même que celle de l'école normale supérieure de Paris. Je lui souhaite que les résultats soient les mêmes. Les Roumains aiment beaucoup les sciences ; seulement leur étude n'a pas été trop encouragée jusqu'à présent. Ce qui manque, et je crois que c'est l'essentiel, c'est la création des laboratoires près de chaque faculté. En outre, il faut des maîtres de conférences qui initient les élèves dans l'étude pratique des sciences. En fait de laboratoire, il y en a un de chimie et de physique à Jassy et un autre à Bucharest; mais pour les sciences naturelles, il n'y a pas aucun, ce qui fait que les élèves ne reçoivent qu'une instruction scientifique absolument théorique, ce qui ne profite à rien du tout. Les maîtres de conférences manquent aussi, et pourtant ils sont très nécessaires pour obtenir de bons résultats.

Mais il n'y a rien à désespérer, le ministre actuel de l'instruction publique est animé des meilleures intentions en ce qui concerne le progrès scientifique en Roumanie ; j'espère qu'il sera secondé par les Chambres dans toutes les améliorations nécessaires. Nous avons imité la France en principes, il faut l'imiter de même en pratique, pour obtenir les résultats sérieux auxquels nous avons le droit d'atteindre.

VICTOR POMPILIAN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 17 AVRIL 1882.

CHIMIE. — M. *Berthelot* décrit la transformation de l'oxysulfure de carbone en urées ordinaire et sulfurée.

L'urée sulfurée est formée ici en même temps que l'urée ordinaire, soit en raison de l'existence de deux oxysulfocarbamates isomères, produits simultanément dans la réaction de l'ammoniaque sur l'oxysulfure de carbone, tels que



$$C^2O^2AzH(H^2S^2), AzH^3 \text{ et } C^2S^2AzH(H^2O^2), AzH^3;$$

soit en raison de deux réactions simultanées, résultant de la multiplicité des points d'attaque d'un seul et même oxysulfocarbamate, lequel perdrait tantôt de l'eau, tantôt de l'hydrogène sulfuré.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* ont déterminé que la formation de l'acide pernitrique aux dépens d'un mélange d'azote et d'oxygène soumis à l'action des effluves électriques est limitée comme celle de la zone, et que le maximum correspondant à une température donnée peut être fixé par la diminution de pression qu'éprouve le mélange gazeux. De plus, cet acide donne lieu à un phénomène analogue à celui décrit dans une précédente note *sur la rétrogradation produite par l'effluve électrique dans la transformation de l'oxygène en ozone.* Car, dès que l'acide pernitrique a acquis la tension maxima correspondant à la température de l'expérience, les décharges électriques le décomposent brusquement en acide hypoazotique et oxygène : ce qui est rendu manifeste à la fois par une brusque diminution de pression et par la coloration rouge intense du gaz. En outre, cette décomposition de l'acide pernitrique entraîne la rétrogradation de l'ozone formé simultanément, alors même que la pression de l'oxygène dans le mélange est supérieure à $0^m,100$.

— M. *A. Ditte* donne quelques réactions des sels de protoxyde d'étain.

Les stannates et métastannates très colorés obtenus constituent, pour les sels de protoxyde d'étain, des réactifs caractéristiques, car ils ne se produisent pas dans les solutions de bichlorure d'étain ; ces réactions sont très sensibles, surtout avec le nitrate d'argent, qui est incolore comme les sels d'étain ; en effet, un excès de nitrate d'argent donne un précipité rouge dans une dissolution de protoxyde d'étain qui n'est pas très étendue ; si elle est très diluée, on n'obtient qu'une coloration rouge, mais celle-ci est encore facilement appréciable dans de l'eau contenant par litre $0^{gr},001$ de protochlorure d'étain ; toutefois, dans ce dernier cas, elle n'est pas immédiate, et il faut attendre quelque temps avant de la voir apparaître.

— M. *Raoult* expose ses expériences sur l'action du gaz ammoniac sur le nitrate d'ammoniaque.

Cette série d'expériences montre que le liquide étudié contient un composé défini qui renferme une moyenne de $32^{gr},4$ d'ammoniaque combinés avec 100 grammes de nitrate d'ammoniaque, et dont la formule est, par conséquent,



$$2\,AzH^4O, AzO^5 + 3\,AzH^3.$$

Elle montre aussi que ce composé défini peut dissoudre, aux environs de 0° et sous la pression atmosphérique, des quantités considérables de gaz ammoniac.

— M. *Arm. Gautier* a découvert des alcaloïdes dérivés des matières protéiques animales.

L'auteur, d'accord avec M. Selmi, a cru que ces alcaloïdes dérivaient nécessairement des matières albuminoïdes par le processus de la putréfaction. Ces mêmes alcaloïdes se produisent souvent en abondance chez les animaux vivants et sont des produits *constants et nécessaires de la vie* normale ou pathologique des tissus.

— M. *A. Villiers* a obtenu le bromure d'éthylène tétranitré $C^4(AzO^4)^4Br^2$, par l'action de l'acide azotique fumant sur le bromure d'éthylène.

Ces cristaux, chauffés vers 145°, détonent en dégageant des vapeurs nitreuses et laissant un résidu de bromure de potassium. Ils ne paraissent pas détoner par le choc.

La potasse solide attaque ce corps en donnant un produit rouge instable qu'il n'a pas encore étudié.

Les acides étendus mettent en liberté le bromure d'éthylène tétranitré.

CHIRURGIE. — M. *Ollier* présente une note sur la conservation de la main par l'ablation des os ou carpe et la résection radio-carpienne.

La néoformation se fait d'une manière irrégulière. Les os qui composent les deux rangées du carpe, par exemple, sont remplacés par une masse ostéo-fibreuse dans laquelle on ne reconnaîtrait pas à la dissection les formes des différents os enlevés. Ce sont des grains osseux, disséminés dans une gangue fibreuse, assez épaisse et assez résistante pour servir de point d'appui à la main, et assez souple pour permettre à cet organe de se mouvoir sur l'avant-bras.

Le degré de cette reconstitution est subordonné, comme dans toutes les résections et extirpations osseuses, à l'âge du sujet et aux conditions anatomiques de la gaine périostéo-capsulaire; de là, des degrés dans la solidité et l'utilité des articulations nouvelles qu'un traitement post-opératoire bien ordonné devra fonctionner de plus en plus.

GÉOGRAPHIE. — M. *Faye* fait un rapport sur la description photographique des Alpes par M. Civiale.

Les vues d'ensemble, au nombre de quarante et une, embrassant toutes les Alpes depuis le Dauphiné et la Savoie jusqu'aux frontières de la Carinthie, ne forment que la moitié de l'œuvre de M. Civiale. Il fallait aussi songer aux détails, car les détails ont tous une importance majeure. Ce sont les vallées profondes qui ne viennent pas bien dans les panoramas, les coupes géologiques naturelles qui permettent de suivre les inflexions des couches, les limites des neiges, les éboulements gigantesques, les roches moutonnées, polies, striées par les glaciers d'autrefois, les glaciers d'aujourd'hui avec leurs crevasses et leurs moraines, les cols, les escarpements des routes, en un mot tous ces détails qui intéressent si vivement le géologue, l'ingénieur et le touriste. Aussi l'auteur a-t-il circulé dans chacun de ces quarante districts, à la recherche de ces détails souvent grandioses, et il leur a consacré 600 planches séparées, en portant son appareil en autant de stations secondaires. Ces vues sont parfaitement réussies; il suffit, pour en juger, d'examiner avec quelque attention celles des roches argilo-calcaires de Prégentil et de la montagne d'Huez, la mer de glace vue de Montanvers, le mont Blanc pris du Carmel, le Weisshorn, près de la Bella-Tola, le glacier de Gétroz, la Crivola, l'étonnante cime du Grand Cervin, le massif du mont Rose, le vaste glacier de l'Aletsch-horn, les roches polies de la source de l'Aar, le glacier du Bernina, l'Œrtler tyrolien, etc., etc.

L'artiste n'est pas moins satisfait du pittoresque et du fini que l'homme de science ne l'est d'avoir sous les yeux les plus beaux phénomènes alpestres pris sur le fait et juste à l'instant favorable.

PATHOLOGIE. — M. *A. Fauvel* répond à M. de Lesseps au sujet des quarantaines imposées à Suez.

L'auteur résume en quelques mots la doctrine étiologique de la conférence sanitaire internationale.

Le choléra pour l'Europe est une maladie exotique, contagieuse, d'origine indienne. Jamais on ne l'a vu naître spontanément en Europe, où il a toujours été importé, et après avoir fait l'historique des épidémies cholériques importées en Europe, il trouve qu'il faut accorder des facilités aussi grandes que possible quand le navire provenant de loin est reconnu réellement sain et prendre des mesures sérieuses contre tout navire infecté ou suspecté de l'être.

Cependant, en faut-il conclure que les mesures actuelles soient à nos yeux l'idéal de la prophylaxie? Loin de là : les quarantaines proprement dites disparaîtront, grâce aux progrès de la science, et seront remplacées par des mesures prophylactiques d'un autre ordre. Qui nous dit que les recherches de M. Pasteur ne conduiront pas à ce résultat? Mais en attendant, il est incontestable qu'aujourd'hui, faute de mieux, les quarantaines, appliquées conformément aux données de la science, ont leur raison d'être.

MÉTÉOROLOGIE. — M. *Alluard* a employé une nouvelle méthode d'observation des météores, au sommet du Puy de Dôme.

Une balustrade a été divisée en 360°, et les degrés ont été gravés au ciseau dans les pierres de taille qui la couronnent; ils sont distants de $0^{m},09$ environ. Le nord se trouve à la division 0, l'est à 90°, le sud à 180°, et l'ouest à 270°. Plus de trois cents localités ont déjà été relevées et rapportées à cette graduation, faite sur une si grande échelle. De cette manière, les cimes les plus saillantes du mont Dore, du Cantal, du Forez et tous les pays volcaniques de la chaîne des Dômes se retrouvent en quelques minutes. Au moyen de lunettes terrestres qui peuvent être amenées sur les divisions de la graduation par deux chariots roulant sur des rails, tous les détails curieux de cet immense vue, embrassant sept départements, deviennent facilement visibles.

EMBRYOGÉNIE. — M. *Ad. Sabatier* a étudié la spermatogenèse chez les plagiostomes et chez les amphibiens, et il croit à la succession de plusieurs générations de spermoblastes, générations issues les unes des autres par voie endogène ou par division des noyaux. Des recherches poursuivies soit au laboratoire de la Faculté des sciences de Montpellier, soit à la station de zoologie marine de Cette, sont venues confirmer pleinement ses prévisions.

ASTRONOMIE — M. *G. Bigourdan* : Observations des planètes [221], [222], [223], [224] et de la comète *a* 1882 (Wells), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'ouest).

— M. *G. Bigourdan* : Éléments et éphéméride de la comète *a* 1882 (Wells).

— M. *Coggia* : Observations faites à l'observatoire de Marseille.

MATHÉMATIQUES. — M. *Mittag-Leffler* : Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *G. Darboux* : Sur une propriété du cercle.

MÉCANIQUE. — M. *E. Brassine* : Sur un passage de la « Mécanique analytique », relatif au principe de la moindre action.

CHIMIE VÉGÉTALE. — M. *Ad. Perrey* recherche l'origine des matières sucrées dans la plante.

Le glucose qu'on n'a jamais rencontré dans aucune partie de la plante (haricot, avoine ou maïs) sans le saccharose, qui fait absolument défaut quand manque le saccharose, dériverait de l'hydratation de ce dernier.

La présence d'une faible quantité d'amidon dans la cellule à chlorophylle pourrait avoir son origine dans une réaction secondaire entre le saccharose et le glucose qui en procède.

Dans la germination, l'amidon se transforme en dextrine et glucose. M. Boussingault, il est vrai, a cru apercevoir plusieurs fois le sucre associé au glucose. Il est vrai aussi que le sucre pouvait préexister dans la graine.

— M. *Sacc* présente la monographie chimique des cucur-

bitacées de l'Uruguay. Il passe en revue les différentes espèces, telles que le bubango, la courge Criollo, la courge d'Angola, la courge d'Andaï, la courge d'Irunco, la courge Turban, la courge Pâtisson ou bonnet de curé, la courge melon, le gros melon commun, le pastèque, le cidro, les bryones.

Zoologie. — M. *Colteau* a trouvé soixante et une espèces d'échinides de l'étage sénonien en Algérie.

Il insiste sur le très grand développement des *Hemiaster* et sur le genre nouveau que MM. Peron et Gauthier ont désigné sous le nom de *Plistophyma*. Voisin des *Magnosia*, il s'en éloigne par la structure de son appareil apical, par ses pores bigéminés près du sommet et par la disposition de ses tubercules ambulacraires.

Paléontologie. — M. *Lemoine* décrit l'encéphale de l'*Arctocyon Dueilii* et du *Pleuraspidotherium Aumonieri*, mammifères de l'éocène inférieur des environs de Reims.

L'empreinte cérébrale de l'Arctocyon se trouve représentée dans son ensemble sur les divers fragments provenant d'un crâne de ce type mammalogique; mais la destruction de la table interne de la paroi crânienne en certains points pouvait laisser quelque incertitude sur la conformation d'une partie des tubercules quadrijumeaux et sur les parties latérales du cervelet. Des notions certaines sur ces divers points sont fournies par un moulage interne de la boîte crânienne de l'Arctocyon de la Fère, que M. Gaudry a bien voulu mettre à la disposition de l'auteur.

— M. *Jurien de la Gravière* présente, au nom de l'auteur, un volume intitulé *Traité d'hydrographie*, par M. Germain.

— M. *Lalanne* présente, au nom de l'auteur, un volume intitulé *Théorie du mouvement en courbe sur les chemins de fer, avec ses applications à la voie et au matériel.*—Nouvelle méthode ayant pour but d'assurer en courbe le roulement parfait des essieux, par M. Léon Pochet.

L'auteur émet le vœu que l'État, qui n'a pas moins de 14 à 15 000 kilomètres de lignes nouvelles à construire dans l'espace de peu d'années, prenne l'initiative de fixer tout d'abord les éléments du *chemin de fer type*. Il espère que sa nouvelle théorie fournira les éléments de ce problème épineux. Quelle que soit la suite qui doive être donnée à ce vœu, le livre de M. Pochet marque une nouvelle étape de nature à appeler l'attention des ingénieurs, dans la série des travaux inaugurés par Navier, et poursuivis par MM. Dupuit, Reynard, Bordas, Collet, etc.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Annales agronomiques (t. VII, fascicule IV). — *G. Lechartier* : Sur la fermentation et la conservation des fourrages verts en silo. — *A. Renouard* fils : Étude sur les tourteaux de coton. — *Boitel* : Prairies naturelles du bassin de la Saône. — *P.-P. Dehérain* : Influence de la lumière électrique. — *Ladureau* : Culture de la betterave à sucre. — *Guillaume* : Essai des phosphates fossiles sur une terre pauvre en acide phosphorique. — Notices nécrologiques. — *P.-P. Dehérain* : Isidore Pierre — Adolphe Bobierre. — *Durin* : Dubrunfaut. — *G.-F.* : C. Saint-Pierre.

— Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris (3e fascicule, mai à août 1881). — *Thulié* : Instruction sur les Bochimans. — *Topinard* : Les types indigènes de l'Algérie. — *Parrot* : De la syphilis chez les Kabyles. — *Duhousset* : Les Kabyles du Fort-National. — *De Mortillet* : Fromage de renne. — *Magitot* : Sur un nouveau cas d'hermaphrodisme. — *Verneau* : Sur les sémites aux îles Canaries. — *Duhousset* : Sur l'hermaphrodisme. — *Zaborowski* : La mémoire et ses maladies. — *Topinard* : De la méthode d'observation sur le vivant, à propos de la discussion sur l'Algérie. — *Foley* : Du mode vital de l'homme qui habite les pays très chauds, à climat constant, où l'air est toujours suffisamment humide. — *Chudzinski* : Moule et dessin des organes génitaux internes d'un hermaphrodite. — *Houel* : Pièces d'hermaphrodite conservées au musée Dupuytren. — *Ameghino* : Étude sur le gisement de Chelles. — *Cavarroz* : Découverte d'un atelier de silex travaillés dans le Jura. — *Fontan* : Sur l'existence fréquente de dents supplémentaires chez les néo-Calédoniens.

— Annales de démographie internationale (n° 20, décembre 1881). — *F. Villard* (de Guéret) : L'émigration des ouvriers creusois considérée au point de vue hygiénique et sanitaire. — *Ardouin* : Statistique médicale au Japon.

— Archives des sciences physiques et naturelles (numéros 2 et 3, février et mars 1882). — *Thury* : Une hypothèse sur l'origine des espèces. — *C. Grosbe* et *Ph. Guye* : Détermination de la quantité de substances organiques contenues dans les eaux du Rhône. — *Schweinfurth* : Plantes sèches trouvées sur des momies. — *A. Danilewski* : Étude sur la constitution chimique des substances albuminoïdes. — *Ernest Favre* : Revue géologique suisse pour l'année 1881. — *Émile Yung* : De l'influence des milieux physico-chimiques sur les êtres vivants; — influence des différentes espèces d'aliments sur le développement de la grenouille (*Rana esculenta*). — *Victor Fatio* : Désinfection par l'anhydride sulfureux : appareils siphonoïdes avec transvaseur spécial; description des appareils et du maniement. — *O.-C. Marsh* : Les oiseaux jurassiques et leurs affinités.

— Revue internationale de l'enseignement (nos 2 et 3, février et mars 1882). — *Gaston Pâris* et *Ernest Lavisse* : Charles Graux. — *Léon Le Fort* : De l'organisation du concours de l'agrégation dans les Facultés de médecine. — *L. Baron de Neumann* : Le docteur Jean-Gaspard Bluntschli. — *A.-C.* : Les thèses de la Sorbonne (*l'Asclépicion d'Athènes*), d'après une étude de Paul Girard. — *W.-A.-P. Martin* : L'éducation nouvelle en Chine et le Tungwen Collège de Pékin. — *A.-L. Ménard* : Essai sur l'éducation d'un prince, d'après un ancien manuscrit. — *Th. Bach* : La fondation d'une école en Allemagne; — l'école réale Falk à Berlin. — *Max Collignon* : L'enseignement de l'archéologie classique et les collections de moulages dans les universités allemandes. — *Charles Graux* : Note pouvant servir à l'organisation de la bibliothèque de la nouvelle Sorbonne. — *Ernest Lichtenberger* : Les thèses de la Sorbonne; — le public et les hommes de lettres en Angleterre au XVIIIe siècle.

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — Onzième session, du 24 au 31 août 1882, à la Rochelle.

L'assemblée générale tenue à Reims, le 19 août 1880, a désigné la ville de la Rochelle pour la tenue du congrès de 1882.

La date d'ouverture du congrès a été fixée au 24 août.

Le bureau s'est mis en relation directe avec les membres que l'Association comptait déjà à la Rochelle, et, sur leur proposition, a présenté au conseil d'administration la liste des personnes devant constituer le comité local.

Les personnes qui désireraient faire des communications au congrès de la Rochelle sont invitées à faire parvenir l'indication du sujet qu'elles veulent traiter à l'un des secrétaires :

M. C.-M. Gariel, secrétaire du conseil, 4, rue Antoine-Dubois, place de l'École-de-Médecine, à Paris.

M. Callot, secrétaire général du comité local, à la Rochelle.

Les membres de l'Association recevront tous les renseignements sur la session de la Rochelle, alors que le programme en aura été complètement arrêté.

— Muséum d'histoire naturelle. — *Cours de botanique et classification des familles naturelles.* — M. le professeur Bureau a commencé son cours de botanique et classification des familles naturelles, le samedi 22 avril 1882, à midi et demi, et le continuera les mardis

et les samedis suivants, à la même heure. Ce cours, à la fois théorique et pratique, aura pour objet l'étude des principales familles de plantes appartenant à l'embranchement des dicotylédones. La leçon d'ouverture aura lieu dans le grand amphithéâtre du Muséum, ainsi que les leçons théoriques suivantes, qui se feront le samedi. Les leçons pratiques auront lieu le mardi, à midi et demi, rue de Buffon, 63. Des herborisations compléteront le cours; elles se feront ordinairement le dimanche et seront annoncées par des affiches particulières.

Cours de physique appliquée aux sciences naturelles. — M. le professeur E. Becquerel a commencé le cours de physique appliquée aux sciences naturelles, le lundi 24 avril 1882, à une heure, dans le grand amphithéâtre, et le continuera les mercredis, vendredis et lundis suivants, à la même heure. Le professeur traitera de l'électricité dans ses rapports avec les phénomènes physiques, chimiques, physiologiques et naturels, et s'occupera spécialement de l'électro-chimie. En cas d'absence, il sera remplacé par M. H. Becquerel, aide-naturaliste du cours de physique appliquée.

Cours de paléontologie. — M. le professeur Albert Gaudry a commencé son cours de paléontologie, le 19 avril 1882, à trois heures et demie, dans l'amphithéâtre d'anatomie comparée, et le continuera les vendredis et mercredis suivants, à la même heure. Il exposera l'histoire des animaux tertiaires en s'attachant particulièrement à ceux de Paris. Tous les lundis, le professeur fera, de plus, une conférence pratique, soit dans le laboratoire de paléontologie, soit dans les galeries publiques.

Cours de minéralogie. — M. le professeur Descloizeaux a commencé son cours de minéralogie, le mercredi 19 avril 1882, à quatre heures trois quarts, dans l'amphithéâtre de la galerie de minéralogie, et le continuera les vendredis et mercredis suivants, à la même heure. Après avoir exposé les propriétés générales des minéraux et les principes qui servent de base à leur classification, le professeur fera l'histoire des espèces comprises dans la classe des combustibles et des métaux. Des conférences auront lieu le jeudi, dans la bibliothèque de M. Frémy, 63, rue de Buffon, et dans les galeries.

Cours de botanique et paléontologie végétale. — M. Renault, aide-naturaliste, suppléant de M. le professeur Van Tieghem, a commencé le cours de botanique et paléontologie végétale, le jeudi 20 avril 1882, à une heure et demie, et le continuera les jeudis suivants, à la même heure. Il traitera de l'organisation des principaux genres de fossiles. Les leçons auront lieu dans l'amphithéâtre de la galerie de zoologie.

— Académie des sciences. — Programme de concours pour 1883.

Sciences mathématiques et physiques.

Première question. — Établir, par des expériences nouvelles, la théorie des réactions que les corps présentent à l'état dit naissant.

Deuxième question. — Prouver l'exactitude ou la fausseté de la proposition suivante, avancée par Fermat :

Décomposer un cube en deux autres cubes, une quatrième puissance et généralement une puissance quelconque en deux puissances du même nom, au-dessus de la seconde puissance, est une chose impossible.

Troisième question. — On demande de nouvelles recherches spectroscopiques, dans le but de reconnaître, surtout, si le soleil contient ou non les principes constitutifs essentiels des composés organiques.

Quatrième question. — Étendre, autant que possible, les théories des points et des droites de Steiner, de Kirkman, Cayley, Salmon, Hesse, Bauer, aux propriétés qui sont, pour les courbes planes supérieures, pour les surfaces, et pour les courbes gauches, les analogues des théorèmes de Pascal et de Brianchon.

(Voir, pour ces derniers, les travaux de MM. Cremona, P. Serret et Folie.)

Sciences naturelles.

Première question. — On demande de nouvelles recherches sur la germination des graines, spécialement sur l'assimilation des dépôts nutritifs par l'embryon.

Deuxième question. — On demande de nouvelles recherches sur le développement des trématodes, au point de vue histogénique et organogénique.

Troisième question. — On demande de nouvelles recherches stratigraphiques, lithologiques et paléontologiques propres à fixer la disposition ou l'ordre de succession des couches du terrain nommé ardennais, par Dumont, et considéré actuellement comme cambrien.

La valeur des médailles décernées comme prix sera de *huit cents francs* pour chacune des quatre premières questions, et de *six cents francs* pour chacune des trois dernières.

Les mémoires devront être écrits lisiblement et pourront être rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils devront être adressés, francs de port, à M. Liagre, secrétaire perpétuel, au palais des Académies, avant le 1er août 1883.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations; les auteurs auront soin, par conséquent, d'indiquer les éditions et les pages des ouvrages cités. On n'admettra que des planches manuscrites.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage; ils y inscriront seulement une devise, qu'ils reproduiront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute par eux de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé.

Les mémoires remis après le terme prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que, dès que les mémoires ont été soumis à son jugement, ils sont et restent déposés dans ses archives. Toutefois les auteurs peuvent en faire prendre des copies à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au secrétaire perpétuel.

La classe adopte, dès à présent, la question suivante, avec un prix de *six cents francs*, pour le concours de 1884 :

Déterminer, géométriquement ou analytiquement, les lignes de courbure de la surface des ondes.

Les concurrents pourront consulter les travaux entrepris, sur cette question, par MM. Lamé, Catalan, Mannheim et Darboux.

— Faculté des sciences de Paris. — Aujourd'hui 29 avril, à deux heures, dans la salle des examens (escalier 2, au deuxième), M. Destrem soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Des alcoolates et de leur décomposition par la chaleur.

— La production et la consommation du café. — D'après les statistiques officielles, la production du café qui, il y a deux siècles, comprenait à peine quelques millions de kilogrammes, s'élevait déjà en 1859 à 338 millions, en 1874 à 450 millions, en 1877-1878 à 590 millions, et dépasse actuellement 650 millions.

De tous les pays producteurs de café, le premier de tous, qui semble viser au monopole, est le Brésil, dont la production dépasse déjà 300 millions de kilogrammes.

Voici, à ce sujet, la progression des exportations de cet empire :

1870-1871	165 172 880	kilogrammes.
1871-1872	169 993 740	—
1872-1873	156 055 500	—
1873-1874	162 113 580	—
1874-1875	210 091 700	—
1875-1876	236 700 900	—
1876-1877	207 978 240	—
1877-1878	234 402 480	—
1878-1879	258 654 960	—
1879-1880	286 961 240	—

Après le Brésil, le pays qui produit le plus de café est l'Inde néerlandaise, comprenant Java, Sumatra et une partie de l'archipel de la Sonde.

La culture du café a été introduite à Batavia en 1690, par Van Horn, qui réussit, non sans peine, à se procurer, en Arabie, les semences nécessaires.

Après avoir fait dans le principe de rapides progrès, cette culture est restée stationnaire, par suite des mesures fiscales exagérées qui frappent les plantations indigènes.

L'exportation du café de Java, qui avait été en 1876 de 66 673 400 kilogrammes, s'est élevée à 72 606 200 kilogrammes en 1877; elle est descendue, en 1878-1879, à 56 706 900 kilogrammes pour se relever, en 1879-1880, à 77 505 388 kilogrammes.

La culture du café dans les Indes anglaises, comprenant les huit provinces de l'empire britannique et ses possessions, telles que Ceylan, Singapore, etc., a une origine très ancienne; toutefois, ce n'est que dans les vingt-cinq dernières années que l'exportation est devenue relativement considérable. Cette exportation dépasse aujourd'hui 65 millions de kilogrammes.

Le gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [638]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 18 6 MAI 1882

GÉOGRAPHIE

SÉANCE GÉNÉRALE DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS

CONFÉRENCE DE M. GALLIENI

Une expédition française au Niger.

Mesdames, messieurs,

Je dois tout d'abord remercier la Société de géographie du vif intérêt qu'elle n'a cessé de montrer, pendant tout mon voyage, à la mission que j'avais l'honneur de diriger.

Diverses circonstances m'avaient forcé à différer jusqu'à ce jour de venir lui exposer un résumé des résultats de la mission.

Je viens aujourd'hui m'acquitter de ce soin. Peu habitué à la tribune, je prie mes auditeurs de m'accorder toute leur indulgence.

Permettez-moi tout d'abord d'exprimer le regret de n'avoir pas en ce moment auprès de moi mes intrépides compagnons de route. Ensemble, nous avons été à la peine et au danger; ensemble, nous devrions être à l'honneur. Le capitaine Piétri, de l'artillerie de marine, s'est embarqué, il y a quelques jours, pour aller prendre le commandement de Kita et continuer l'œuvre à laquelle il a déjà consacré pendant deux ans toute son intelligence et tout son patriotique dévouement; le docteur Tautain a également quitté la France, il y a un mois à peine, pour porter son concours à l'œuvre gigantesque du canal interocéanique de Panama, dans laquelle il a la foi la plus ardente; le capitaine Vallière est en ce moment retenu à Rochefort par les exigences de son service.

Quant au docteur Bayol, qui m'a accompagné pendant la première partie de ma mission, vous savez tous avec quel louable empressement, il a accepté de faire un nouveau voyage dans le Fouta Djalon, et de quelle manière il a exécuté l'entreprise qui lui avait été confiée.

Je tiens à dire ici, devant vous tous, combien a été absolu le concours que j'ai trouvé en MM. Piétri, Vallière, Bayol et Tautain, et je n'hésite pas à affirmer que le succès de notre mission a été dû en très grande partie à l'esprit d'union qui n'a cessé de régner parmi nous. Nous étions tous mus par la même idée patriotique, parvenir au Niger et avoir l'honneur d'y déployer, avant tous autres, les couleurs françaises. Je déclare donc hautement que, sans le concours absolu des officiers qui m'avaient été adjoints pour cette mission, je n'aurais pu rapporter en France que des résultats tout à fait incomplets, tant au point de vue politique que géographique.

Vous savez, mesdames et messieurs, combien la question africaine a soulevé depuis quelques années l'intérêt du monde géographique. On s'est surtout préoccupé d'ouvrir à notre commerce le centre de ce vaste continent, et tous les efforts tendent aujourd'hui à nous faire prendre pied d'une manière pratique et durable dans le Soudan, que sa ceinture de déserts et de montagnes avait semblé longtemps rendre inaccessible à nos tentatives. Les dernières explorations ont montré dans ces immenses régions une population nombreuse, un sol riche et fertile et de gigantesques cours d'eau, qui forment autant d'artères naturelles pour y permettre l'entrée des produits commerciaux, qui encombrent les marchés de l'ancien monde et cherchent un débouché pour leur trop-plein excessif.

La France n'est pas restée inactive dans ce vaste mouvement, et c'est à elle que l'on doit l'organisation de ces explorations destinées à précéder les immenses travaux qui devront, avant qu'il soit longtemps, ouvrir définitivement et pratiquement à notre commerce et à notre industrie les vastes territoires soudaniens, déjà suffisamment connus dans

leurs traits généraux par les voyages de Mungo-Park, de Clapperton et de Denham, des frères Lander, de Caillé, de Barth, de Mage, de Rohlfs et de Nachtigal, mais qui attendent encore des investigations détaillées et méthodiques, prodrome obligé de l'œuvre grandiose, à la tête de laquelle s'est placée notre patrie.

Ainsi, tandis que le colonel Flatters essayait d'aborder le Soudan par l'Algérie et le Sahara, tandis que M. de Brazza s'efforçait d'ouvrir pacifiquement la voie de la vallée du Congo et de l'Ogoway, je recevais, moi, la mission de pénétrer au Niger par la vallée du Sénégal et de ses affluents. La France marchait à l'assaut du Soudan par trois directions différentes. D'autres vous ont dit la fin héroïque de Flatters et de sa mission, et les succès de M. de Brazza. Mon rôle se borne donc à vous faire le récit de l'expédition dont j'étais le chef.

Une bonne reconnaissance préliminaire à Bafoulabé et d'heureuses négociations favorisées par l'état politique de la contrée décidèrent, en 1879, M. Brière de l'Isle, gouverneur du Sénégal, à demander au ministre de la marine l'autorisation d'envoyer une mission à Ahmadou, sultan de Ségou, seule puissance sérieuse sur le haut Niger.

Gagner la confiance, l'amitié des populations Malinké, Bambara, etc., établies entre le Sénégal et le Niger, faire accepter à leurs chefs le protectorat français ; et, opposant ainsi leur influence à celle des Toucouleurs, musulmans fanatiques dévoués à Ahmadou, obtenir de celui-ci les mêmes avantages que des autres chefs : tel était notre programme dont la réalisation devait permettre de tirer de la partie géographique, scientifique, de notre mission, tout le profit désirable au point de vue de l'établissement des routes, chemins de fer en un mot, d'établir dans de bonnes conditions nos relations politiques et commerciales avec le Soudan.

La complexité du but à atteindre commandait une organisation spéciale de la mission qui fut bien comprise. Vous m'excuserez si je ne rentre pas ici dans les détails et si je passe rapidement sur notre entrée en campagne.

Partie de Saint-Louis le 30 janvier 1880, la mission du Niger arrivait deux mois plus tard à Bafoubalé ; puis, suivant la rive gauche du Bakhoy, passait par Fangalla et Goniokori pour atteindre, le 20 avril, Makadiambougou au pied de la montagne de Kita.

Cette position était notre premier objectif. Mage avait déjà signalé son importance. La possession de Kita, au centre des populations Malinké et de toutes les routes commerciales du Sénégal, du Fouta Djalon et du Soudan, nous assurait une influence prépondérante jusqu'au Niger. Son chef, Tokouta, craignant de mécontenter Ahmadou, hésita pendant huit jours avant de signer le traité de protectorat.

Le temps consacré à ces négociations n'avait pas été perdu pour les études scientifiques. Toutes les notes topographiques, météorologiques et autres, recueillies jusqu'alors, et les levés exécutés depuis Bafoubalé, furent réunis pour être envoyés à Saint-Louis. MM. Vallière et Tautain explorèrent le massif le plus élevé de Kita en vue d'y découvrir un emplacement convenable pour un sanitarium, tandis que M. Piétri fit une reconnaissance du Baoulé. Ce large ruisseau, où il y a moins d'eau que de cailloux à la saison sèche, arrose une magnifique vallée et reçoit, à une quinzaine de lieues de son confluent avec le Bakhoy, la rivière Bandingho, qui traverse un pays généralement montagneux, au sol fertile, mais à la population clairsemée, résultat de guerres perpétuelles.

Ayant terminé mes opérations à Kita, je songeai à continuer ma route vers le Niger. A mesure que nous allions nous éloigner des postes du haut Sénégal, les difficultés devaient naturellement augmenter. Jusqu'à ce moment, les populations — hostiles à Ahmadou — nous avaient bien accueillis, mais l'incertitude sur les sentiments de celles que nous devions rencontrer me rendit très perplexe sur la direction à prendre pour atteindre le Niger.

A quinze ou vingt lieues dans le sud-est de Kita se trouve la place forte musulmane de Mourgoula dont le chef, l'Almamy Abdallah, administre les provinces du Birgo et du Gadougo pour le compte d'Ahmadou. N'était-il pas à craindre que notre marche à travers des pays révoltés contre le sultan de Ségou n'eût déjà éveillé sa méfiance? et ne risquions-nous pas d'être arrêtés par ses ordres à Mourgoula? Ces considérations m'engagèrent à choisir une autre voie. Cependant, afin de mieux connaître tout le pays entre Kita et le Niger, j'expédiai par Mourgoula M. Vallière, dont la faible escorte devait inspirer moins de défiance; quant à moi, avec le gros de l'expédition et tout le convoi, je résolus de me rendre à Bammako, sur le Niger, par la route que suivit Mungo-Park en 1805.

Les habitants Bambara de Bammako nourrissaient contre les Toucouleurs musulmans une haine qui devait faciliter les négociations tentant à obtenir l'autorisation d'y installer M. Bayol en qualité de résident; et je pensais y être d'autant mieux accueilli que j'aurais évité de passer chez les Toucouleurs de Mourgoula.

Notre départ de Kita eut lieu le 27 avril. Une première étape de 25 kilomètres nous conduisit sur les bords du Baudingho, encaissé entre de hautes berges presque verticales. Après avoir pratiqué des rampes en pente douce pour le passage du convoi, nous continuons notre route à l'est, et venons camper le lendemain près de Marena, sous un bel arbre touffu qui donne des fruits bons à manger, auxquels les noirs attribuent des propriétés aphrodisiaques énergiques.

Au delà de Marena, le pays, d'un aspect sauvage, est complètement désert; les habitants chassés par la conquête Toucouleur se sont retirés dans le Manding où je devais, plus tard, les rencontrer et les encourager à venir repeupler le village ruiné de Bangassi.

C'est à quelques kilomètres des ruines de Bangassi que nous campâmes le 30 avril, sur les bords d'un petit ruisseau appelé le ruisseau des éléphants.

De nombreux indices trahissaient en effet le passage récent de ces animaux; on rencontra aussi dans les bois voisins de nombreuses sentes de girafes, de lions et d'antilopes de toute espèce, depuis la petite biche à raie brune jusqu'au grand bucale.

Une pluie violente tomba toute la nuit et vint nous avertir que l'hivernage approchait avec son cortège de fièvres et de maladies; en outre, les difficultés de la marche deviendraient presque insurmontables si on laissait les marigots et les ruisseaux se transformer en torrents, le sol se raviner et présenter d'infranchissables fondrières : il n'y avait donc pas de temps de temps à perdre pour atteindre le but de notre voyage.

Le 1er mai, on se remit en route à travers un pays légèrement ondulé. Tantôt on rencontrait de vastes plateaux au sol argileux, imprégné de limonites, avec de grandes clairières entièrement dénudées, tantôt des passages rocheux, d'ailleurs peu difficiles, enfin un grand nombre de marigots aux bords garnis de pandanus et de bambous. Tout alla bien jusqu'au village de Roundou où nous arrivâmes le 3 mai. Cependant, ici comme à Guenikors que nous avions quitté la veille, les habitants ne montraient déjà plus des dispositions favorables à la mission. Loin de là, il fallait parlementer longtemps avec eux avant de leur faire comprendre que nous n'en voulions pas à leur tranquillité et que nous étions des envoyés pacifiques, chargés de porter des présents à Bammako de la part du gouverneur du Sénégal.

De Koundou au Baoulé, on compte près de 4 kilomètres par un terrain très plat. Cette rivière sépare le Fouladougou du Bélédougou et les Malinkés, des Bambaras.

Le Bélédougou diffère du pays que l'expédition venait de traverser. Il est plus peuplé, plus riche, plus accidenté et coupé de nombreux ruisseaux qui alimentent le Baoulé.

La région ne présente cependant pas partout les mêmes caractères. Vers le nord, au dire des indigènes, le terrain est plat et parsemé de mares qui, à la saison des pluies, se déversent vers l'ouest et deviennent les sources d'un grand nombre de marigots. Vers le nord et le nord-ouest, la population diminue beaucoup à cause de la guerre qui y est permanente et du peu de sécurité qu'elle y laisse à l'habitant. Dans la région du sud, qui fut visitée par la mission, les villages sont plus serrés, sans que pour cela la population atteigne un chiffre élevé par rapport à la surface. Bien qu'il soit difficile de se baser sur les renseignements vagues et souvent contradictoires des indigènes, on peut estimer que le nombre de villages ne dépasse pas 200 et que la population s'élève à environ 30 à 35 000 habitants.

Les Béléris ou habitants du Bélédougou sont presque tous armés de fusils à pierre, achetés aux Diulas ou marchands indigènes, qui vont eux-mêmes les acquérir dans les comptoirs anglais du Fouta Djalon et de la Gambie.

La poudre est fabriquée en grande quantité dans le pays même, c'est dire qu'elle ne vaut pas grand'chose. Les balles en fer semblent être rares, bien que la contrée produise ce métal en abondance. La plus grande partie des projectiles est formée par des cailloux ronds et ferrugineux.

L'état politique du Bélédougou est sa plus grande cause de faiblesse. Chaque village a un chef, mais il est rare qu'il soit réellement maître et bien obéi des siens; l'idée de nationalité et par suite de solidarité n'existe nullement dans le Bélédougou, qui n'a, pour ainsi dire, jamais eu de maître.

Il y a trente ans, le Bélédougou suivit l'exemple des pays environnants : il se soumit au prophète El Hadj Omar. Mais quelques années après, il secouait le joug, et depuis cette époque les Toucouleurs n'ont jamais pu ressaisir l'autorité, malgré toutes les causes de faiblesse de l'ennemi. Les insuccès d'Ahmadou contre les Béléris ne se comptent plus, et je fus témoin de plusieurs tentatives faites en vain par ce chef musulman pour replacer les révoltés sous sa domination.

Cet exposé succinct de la situation du Bélédougou montre qu'il y avait quelque audace à vouloir traverser ce pays, qui nous séparait du Niger et où nous pouvions être si aisément considérés en ennemis.

N'ayant pas le choix, je pris du moins toutes les précautions en mon pouvoir avant de m'engager dans le Bélédougou.

J'attendis que des émissaires envoyés des premiers villages fussent revenus me donner l'assurance que je serais le bienvenu; en outre, je fis prendre les devants à M. Piétri.

Accompagné d'un des meilleurs interprètes et d'Abdaramane, fils d'un chef de Bammako, M. Piétri devait s'efforcer de dissiper les défiances des Béléris et leur faire comprendre que le but de la mission était de les protéger contre leurs ennemis de Ségou.

Le 4 mai, dans l'après-midi, nous passions le Baoulé et campions le lendemain à Guisoumali. L'accueil des habitants fut très cordial; on put même acheter du mil pour les animaux. Ces pauvres bêtes, et spécialement les ânes, étaient dans un état pitoyable et il se passait rarement une journée sans qu'il en mourût trois ou quatre, à la grande joie d'ailleurs des gens du pays qui se précipitaient sur elles et les découpaient avant même qu'elles fussent entièrement mortes.

Le village d'Ouoloni, où nous nous arrêtons le 6 mai, est situé, comme tous les villages de la contrée, au pied d'une hauteur et assez rapproché de celle-ci, pour que les habitants puissent s'y réfugier au besoin. Il me fallut longuement palabrer pour pénétrer dans le tata et aller saluer le chef du village, vieillard aveugle et abruti qui ne parut prêter qu'une médiocre attention aux paroles pacifiques que je lui adressai.

Le lendemain on ne put pas trouver de guides; le chef qui en avait promis la veille prétendait que les jeunes gens étaient aux champs et, de fait, on ne voyait presque plus personne aux environs du village. La situation se compliquait, les femmes et les enfants ne paraissaient pas au camp, où on leur faisait toujours de menus cadeaux. J'allais néanmoins me décider à continuer ma route, lorsque trois habitants de Guinina, le plus prochain village, vinrent m'offrir leurs services. Ils étaient envoyés par M. Piétri, qui les avait payés à l'avance.

On se remettait donc en route dans la matinée du 7.

De Ouoloni à Guinina, la route est très mauvaise. Un massif de hauteurs rocheuses à pentes excessivement roides sépare ces deux points, et les guides, animés déjà des plus mauvais desseins à l'égard de la mission, lui firent traverser ce massif par le milieu, alors qu'il eût été certainement pos-

sible de le tourner. Aussi, en présence de la fatigue des animaux, dut-on s'arrêter après le franchissement de cet obstacle.

On se trouvait en pleine forêt à une dizaine de kilomètres à peine du village de Guinina. Quelques Bambaras isolés, qui rôdaient autour du camp, me furent amenés; je les comblai de caresses et de cadeaux, afin de bien leur montrer le peu de fondement de leurs méfiances. Les difficultés augmentaient à mesure que l'on approchait du grand fleuve du Soudan. La mortalité qui sévissait sur les bêtes du convoi, l'approche imminente de l'hivernage, l'hostilité sourde des habitants, menaçaient le succès de l'expédition. Déjà, par suite de l'insuffisance des moyens de transport, j'avais dû laisser M. Tautain à Ouoloni, puis envoyer en avant M. Bayol; mais, les circonstances devenant de plus en plus graves, je me hâtai de concentrer tout le personnel de l'expédition au campement que nous établîmes le 8 mai, à 500 mètres environ du grand village de Guinina.

Son chef ne me permit pas d'entrer dans le tata et me reçut en dehors de l'enceinte en présence des notables du village armés de leurs fusils. A mes observations sur la froideur avec laquelle le docteur Bayol avait été accueilli, le chef me répondit qu'il n'avait aucune confiance dans les étrangers qui apportaient d'importants cadeaux à Ahmadou, l'ennemi du Bélédougou. En somme, l'accueil du chef de Guinina fut des plus réservés, et lorsqu'on se sépara, je partis convaincu que les Béléris n'attendaient qu'une occasion favorable pour laisser éclater leur hostilité, causée non seulement par la crainte de voir les blancs parvenir à Ségou, mais surtout par le désir de s'emparer du convoi de la mission.

Le soir, des hommes armés circulèrent constamment entre la campagne et le village, où l'on entendait grouiller une grande quantité d'hommes, discutant bruyamment entre eux. Quelques espions, envoyés sous les murs du tata, entendirent même distinctement les Bambaras menacer de mort les blancs, que l'on soupçonnait de connivence avec les Toucouleurs.

Je pris les mesures nécessaires pour résister à une attaque. Des cartouches furent distribuées aux tirailleurs, spahis et laptots; les postes de combat furent assignés aux différents groupes d'indigènes composant l'expédition; des petits postes, poussés à 100 ou 200 mètres en avant, exercèrent une surveillance active. Rien ne fut négligé, en un mot, pour parer aux éventualités qui pourraient se produire.

Cependant la nuit se passa tranquille. La journée du 9 fut employée à chercher un arrangement pacifique avec le chef de Guinina. On n'avait plus de nouvelles du lieutenant Piétri, et je craignais, ou qu'il n'eût succombé en route, ou qu'il n'eût été mal accueilli à Bammako. D'ailleurs, il était aussi difficile de revenir en arrière ou de se fortifier sur place que de continuer vers le Niger, où se trouvait de plus l'objectif de la mission.

Le 10 mai, je pus enfin me mettre d'accord avec le chef. Les notables de Guinina consentaient, moyennant un assez fort cadeau qui serait fait à leur chef, à me donner comme guides quatre de leurs jeunes gens, choisis dans les familles les plus importantes du village.

Il nous fut encore possible de retrouver à Guinina des traces de Mungo-Park. L'un des parents du chef de Guinina, vieillard encore vigoureux et plein de vie, se rappelait avoir vu tout enfant le célèbre Écossais. « Le blanc — nous dit-il — arriva ici très fatigué, soutenant un autre blanc qui souffrait de la fièvre. Les notables sortirent du tata pour aller à eux. L'un était assis à côté de l'autre, couché au pied d'un arbre et presque mourant. On leur offrit du riz et du lait; à leur tour, ils nous présentèrent quelques coudées d'étoffe bleue et des verroteries. Ils venaient de l'ouest et se rendaient chez le roi Mansong, à Ségou. Six autres blancs les rejoignirent dans notre village, qu'ils quittèrent au bout de deux jours, sauf un qui mourut à quelque distance d'ici. » A Bammako, où nous prîmes des renseignements, personne ne se rappelle l'avoir vu. Mais à Nango — à 20 kilomètres de Ségou — une très vieille femme nous dit avoir connu un blanc qui resta quelque temps auprès du roi. Il descendit le Niger sur des pirogues que le roi lui avait données et on n'entendit plus parler de lui. Malgré nos efforts, nous ne pûmes nous procurer le moindre souvenir matériel de Mungo-Park. Nous aurions été heureux de transmettre cette précieuse relique à la Société de géographie de Londres, en témoignage de notre admiration pour l'intrépide voyageur qui, le premier, fit connaître les régions arrosées par le grand fleuve du Soudan.

Le 10 mai, la caravane quitta Guinina. Les guides marchaient en tête; étroitement surveillés, ils devaient être mis à mort au moindre signe suspect. Après quelques heures de marche sur un terrain plat et boisé, nous campions au village de Dio, peuplé de 500 habitants et situé à environ 80 kilomètres du Niger.

Le lendemain, au moment où la mission se mettait en marche, vers midi, elle fut subitement assaillie par 1500 à 2000 Bambaras qui, s'élançant de tous les coins de la forêt d'arbres à beurre où s'était engagé le convoi, se ruèrent en poussant des hurlements sauvages sur ma petite colonne, alors divisée en deux groupes : le docteur Bayol et moi, en tête du convoi, avec la moitié des tirailleurs; M. Tautain, en queue, avec l'autre moitié. Séparés en deux parties, nous luttons pour nous réunir et pour rompre le cercle qui nous emprisonne.

Le combat ne dura pas moins d'une heure, pendant laquelle les spahis et tirailleurs sénégalais firent des prodiges de valeur pour sauver leurs officiers. Au lieu de se débander et de se disperser dans le bois en cherchant à fuir le territoire bambara, ils se serrent autour de nous, obéissant avec le plus grand sangfroid à mes ordres et infligeant à leurs adversaires des pertes considérables; ces trente braves, décimés et presque tous blessés, n'en réussissent pas moins, par les décharges répétées de leurs armes à tir rapide, à refouler l'ennemi. Je parvins ainsi, après une lutte si disproportionnée, à rejoindre le docteur Tautain, cerné un moment par plus de 600 Bambaras; il avait perdu, l'un après l'autre, tous les tirailleurs de l'arrière-garde, ralliés autour de lui. La mission avait 14 tués et autant de blessés; le convoi était

perdu; les bêtes de somme, sauf quelques mulets, étaient dispersées de tous côtés. Je les fis décharger pour y placer tous les blessés, veillant à ce qu'aucun de ces courageux et fidèles soldats ne fût oublié sur le champ de bataille.

Toujours entourée par les Bambaras qui, bien qu'ayant élargi le cercle autour de nous, n'en continuaient pas moins à nous inquiéter de leur mousqueterie, la mission se trouvait dans une situation terrible, mais je ne songeai pas un instant à revenir en arrière. Il fallait gagner le grand fleuve du Soudan.

Les blessés au centre, montés sur les quelques chevaux et mulets qui restaient encore, les hommes encore valides et armés d'une trentaine de chassepots répartis autour des blessés, on prit à deux heures la direction de l'est.

Les sentiers n'existaient pas; les guides manquaient, le terrain était coupé de terrain vaseux, de déchirements argileux ou rocheux, favorables aux embuscades; en outre, on coupait par le milieu la chaîne de hauteurs formant la ligne de partage des eaux entre les bassins du Sénégal et du Niger; les Bambaras suivaient la colonne à 200 ou 300 mètres sur les flancs, cachés derrière les arbres et les hautes herbes, faisant feu sans cesse sur mes tirailleurs qu'ils espéraient voir se débander et qu'ils pourraient alors exterminer jusqu'au dernier.

On chemine ainsi jusque vers minuit s'attendant à tout moment à voir les Bambaras profiter du caractère boisé du pays pour dresser une formidable et dernière embuscade; les blessés perdant leur sang ne peuvent plus supporter la marche, tandis que d'autres hommes de la troupe, harassés de fatigue et ayant les pieds déchirés par les cailloux pointus du sol rocailleux, se traînent péniblement.

Déjà quelques-uns avaient disparu au passage d'un ruisseau profond et vaseux qu'il avait fallu franchir en pleine obscurité.

J'ordonne la halte dans une clairière ouverte au milieu de la forêt, afin d'éviter une surprise.

D'ailleurs le ciel, dont les étoiles nous avaient guidés jusqu'alors, s'est voilé et il faut attendre que les nuages disparaissent pour reprendre la marche. On peut s'imaginer quelles durent être mes angoisses pendant cette horrible nuit: j'ignorais où je me trouvais et j'étais inquiet même sur la réception qui me serait faite à Bammako, et sur le sort de MM. Piétri et Vallière, détachés en avant pour y annoncer mon arrivée.

Le 12 mai, à trois heures du matin, et malgré la mauvaise volonté de mes indigènes qui, en vrais fatalistes, préféraient attendre la mort sur place plutôt que de s'exposer à de nouvelles fatigues, je me remets en marche. Guidé par l'étoile du berger, marchant à pied en tête de ma troupe, j'arrive vers cinq heures au sommet du plateau, d'où l'on découvre une immense plaine au centre de laquelle des nuages amoncelés dénotent la présence d'un grand cours d'eau. Un petit village entouré d'une muraille en terre s'apercevait non loin de là. On descend, au prix des plus grands dangers, les pentes abruptes qui mènent au vallon. Là, je me décide à avancer seul, malgré les avis de mes compagnons, vers le village. Les hommes de la queue de la colonne annonçaient l'apparition des Bambaras sur le derrière, et il fallait à tout prix sortir de cette horrible situation, car l'absence de munitions ne permettait plus de soutenir une lutte semblable à celle de la veille. Les habitants du village, qui s'étaient réunis en armes à la porte de leur muraille, dès qu'on les avait avertis de l'approche de la petite troupe, ne bougent pas en voyant s'avancer seul vers eux un homme blanc, qu'accompagne un seul interprète. Je les entretiens, leur raconte les événements du jour précédent, leur dis la trahison des Bambaras envers un homme ami de Bammako et envoyé vers cette ville en pacificateur et sous la conduite du propre neveu des chefs de ce grand marché. Les notables du village écoutent mes paroles, ils m'apprennent que je suis sur le territoire de Bammako et qu'ils vont me conduire dans cette ville. En attendant, ils envoient quelques-uns des leurs prévenir les Bambaras que les blancs sont sous leur protection et que tant qu'ils ne se seront pas entretenus à leur sujet avec leur chef de Bammako, ils ne souffriront pas qu'il leur soit fait du mal. A huit heures, on se remet en route sous la conduite d'une dizaine de jeunes gens du village, et, par des chemins horriblement difficiles, on sort enfin des montagnes.

Vers une heure de l'après-midi, Bammako était en vue. MM. Piétri et Vallière, informés de l'arrivée de la mission et de son désastre, quelques instants seulement avant son apparition, montent aussitôt à cheval et viennent au-devant de nous. Quelle satisfaction de nous trouver tous réunis après avoir échappé à cette mort affreuse, obscure, mystérieuse, qui, l'année suivante, devait enlever à la France Flatters et ses courageux compagnons! Quel soulagement! car j'avais bien cru que je ne reverrais jamais mes deux officiers lancés en éclaireurs à plusieurs journées de distance et perdus au milieu de populations fourbes et cupides.

Cependant il fallait agir. Les chefs de Bammako, craignant de se compromettre aux yeux des Bambaras, m'informaient, en effet, qu'ils ne pouvaient me recevoir dans leur village, et, après une nouvelle nuit passée dans l'inquiétude sous les murs du tata, je décidais de me mettre en route le lendemain, en cachant la véritable heure du départ, afin que les agresseurs prévenus ne puissent attendre la mission sur la route. Les renseignements que le lieutenant, aujourd'hui capitaine Vallière, avait rapportés de son exploration dans le Bakhoy permettaient d'examiner de ce moment la possibilité d'éviter Bammako et le dangereux voisinage du Bélédougou. La route que M. Vallière avait suivie conduisait, par Mouzgoula et Niagassola, au village de Nafadié, situé à 45 kilomètres au sud de Bammako, non loin des rives du Niger. Nafadié, habité par des Malinkés, servait de point de passage aux caravanes qui, venant de Kita par Mourgoula, voulaient ensuite gagner Ségou par la rive droite.

Bien que cette voie ne fût pas encore très sûre, il valait mieux la prendre que de s'arrêter au moyen agité quelque temps auparavant, à savoir de s'emparer de vive force des pirogues trouvées à Bammako et de s'embarquer pour Ségou.

La mission arriva à Nafadié le 14 au matin. Elle avait longé la rive gauche du Niger, et malgré ses vives appréhensions, n'avait pas été inquiétée par les Bambaras. Le chef de Nafadié nous fit bon accueil. M. Vallière, lors de son passage, quelques jours auparavant, avait laissé d'excellents souvenirs dans ce village, où nous nous arrêtons une journée. Ce jour de repos était bien nécessaire après les rudes émotions des journées précédentes ; il fallait aussi délibérer sur le parti à prendre. Ne possédant plus ni munitions, ni cadeaux à offrir, ni vivres, ni médicaments, nous ignorions quel serait dans ces conditions l'accueil que ferait le sultan Ahmadou à ces hommes blancs, aux vêtements en lambeaux, que suivait une escorte composée d'hommes blessés, malades, déguenillés, désarmés de fait, puisqu'ils n'avaient plus de cartouches. Retourner en arrière, nous n'y songions pas. Quel déplorable effet eût produit cette sorte de fuite sur des populations que l'on venait de traverser naguère en protecteurs ! Quel coup funeste pour l'influence française dans ces contrées ! Il fallait, au contraire, malgré la ruine et la perte de toutes les ressources, redoubler d'énergie pour montrer aux populations noires que les gens du Bélédougou, si redoutés dans cette région du haut Niger, ne nous avaient nullement abattus.

Au lieu d'abandonner la partie, de livrer la place à d'autres et de compromettre, en reculant, les résultats déjà obtenus, mieux valait courir de nouveaux dangers et se livrer à la discrétion du sultan du Ségou. L'attitude énergique de mes compagnons m'encourageait dans cette détermination ; la marche sur Ségou fut décidée.

Mais, d'autre part, il était urgent d'envoyer à Saint-Louis des renseignements exacts et détaillés sur les derniers événements. Le docteur Bayol s'étant offert pour accomplir ce voyage, je le chargeai de mettre le gouverneur du Sénégal au courant de la situation. Ici, je vous ferai remarquer combien a été utile l'exploration de la vallée du Bakhoy par M. Vallière, dont les renseignements sur l'état géographique et politique du Birgo et du Manding ont permis à M. Bayol de suivre une voie sûre et déjà frayée, pour se rendre par Narena, Mourgoula et Kita à Bafoulabé.

Le 15 mai, nous quittions tous Nafadié. D'un côté M. Bayol avec nos 60 muletiers, dont nous n'avions plus besoin, prenait la route du Sénégal, tandis qu'avec le reste de la mission et les blessés je me dirigeais vers le Niger.

A 11 heures du matin nous étions au village de Dioliba qui donne ici son nom au Niger et au gué voisin ; et à midi nous arrivions enfin, non sans émotion sur les bords du grand fleuve, large d'environ 750 mètres avec une profondeur moyenne de deux mètres.

La mission, hommes et animaux, passa dans des pirogues, dont la plus grande avait une longueur de 15 mètres sur 1 mètre de large. Ces engins, tout à fait défectueux, faisaient eau de toutes parts et étaient bien inférieurs assurément aux descriptions qui en ont été faites jusqu'ici. Ils étaient formés de troncs d'arbres creusés et cousus ensemble avec des cordes d'écorce.

A 5 heures, hommes et animaux étaient sur la rive droite du fleuve et étaient accueillis par un groupe de Toucouleurs, chargés par le roi de Ségou d'administrer le village Bambara de Tourella.

La première partie de notre mission était accomplie. La barbarie et les instincts pillards des Béléris m'avait forcé à recourir aux armes. Pour défendre notre existence, j'avais dû quitter mes fonctions d'ambassadeur et prendre celle du chef militaire de ma petite colonne perdue au milieu de nombreux ennemis, à 600 kilomètres de tout établissement français. Vous avez vu, comment, grâce à l'énergie de mes compagnons, au courage de nos soldats noirs, j'ai pu sortir de cette terrible situation ; vous savez aussi à quel prix. Toujours est-il que la mission avait déjà obtenu d'importants résultats. La géographie pouvait enregistrer l'exploration des vallées du Bakhoy et du Ba-Oulé, jusqu'alors inconnues ; et l'acceptation du protectorat français par les populations du Bakhoy, du Fouladougou et de Kita assurait notre avenir commercial entre le Sénégal et le Niger.

A Tourella, nous entrions dans les possessions immédiates d'Ahmadou, sultan du Ségou, fils d'El Hadj-Omar, fondateur de l'empire toucouleur.

Le temps n'est plus où il suffisait de quelques places fortifiées pour maintenir sous l'autorité du prophète un vaste territoire presque aussi grand que la France et acquis par la conquête.

Le partage de l'administration des provinces entre les frères du souverain et ses créatures, les divisions des populations de race différente, etc., ont été autant de causes d'affaiblissement : aujourd'hui l'État de Ségou n'est plus que le squelette de l'empire d'El Hadj-Omar.

Le chef de Tourella, le percepteur et le cadi, tous employés Toucouleurs, nous firent un accueil sympathique.

Après avoir écouté attentivement le récit des derniers événements, ils nous rassurèrent sur la suite de notre voyage et nous dirent qu'envoyés auprès d'Ahmadou par le gouverneur du Sénégal, nous trouverions désormais partout le même accueil qu'à Tourella et, de fait, ce village pourvut largement à l'entretien de la mission.

Je profitai des excellentes dispositions de nos hôtes pour leur confier ceux de mes blessés qui ne pouvaient plus supporter la marche ; l'un d'eux avait six balles dans le corps.

La voie du Niger et la route qui en suit les rives nous étant interdites par l'hostilité des Béléris, il fut décidé que nous prendrions la route d'ailleurs plus directe de Tadiana, nous tenant ainsi à 15 ou 20 kilomètres de la rive droite du fleuve.

Nous partîmes le 16 mai de Tourella, sous la conduite d'un guide Toucouleur chargé de nous faire donner les vivres nécessaires par les Bambaras, habitants des villages que nous devions rencontrer.

Le pays que nous abordions différait beaucoup d'aspect du Bélédougou.

Les massifs et hauteurs rocheuses avaient disparu ; on se trouvait dans une plaine formée d'alluvions anciennes, abondamment arrosées par le Niger et ses affluents de droite, tel que le Mahel Balevol. Le terrain, d'une fertilité peu com-

mune, produit en abondance le maïs, le riz, le coton, le tabac, l'arachide, l'indigo, le sésame, le ricin et les différentes espèces de mil. Quel magnifique domaine agricole et commercial pour une nation européenne qui parviendrait à s'établir sur ce beau cours d'eau et à mettre en œuvre non seulement cette terre féconde et propre à des cultures si diverses, mais encore les richesses métallurgiques des contrées voisines du Bouré, du Sankaran et du Ouassoulou !

Ainsi pensais-je en arrivant le soir à Tadiana, place forte Toucouleur, importante par la hauteur et l'épaisseur de ses murailles, ainsi que par l'étendue de son enceinte. Le chef qui la commande, Daba, est chargé de surveiller cette partie des possessions d'Ahmadou de la rive droite; mais, comme à Kounotian et à Mourgoula, il manque de soldats et c'est tout au plus si, en cas de siège, 200 ou 300 défenseurs Toucouleurs pourraient se ranger derrière ses murs. Je pus toutefois m'y convaincre qu'Ahmadou est à peu près maître de toute la région que baigne le haut Niger entre Sansandig et Kangala. Il semblerait même que ce souverain veut se désintéresser de plus en plus de ses possessions du Kaarta et du Bélédougou, en révolte continuelle contre lui et qui lui ferment presque constamment la route du Niger, pour tourner tous ses efforts vers les pays du sud, le Bana et le Ouassoulou, où ses colonnes peuvent faire chaque année ample moisson de captifs et de bestiaux. C'est ainsi qu'au moment même où nous nous trouvions à Tadiana, une forte troupe de Toucouleurs opérait dans le Bana après avoir, du reste, complètement épuisé les ressources des villages Bambaras, qui s'étendaient jusqu'à Ségou.

Le chef de Tadiana fit bon accueil à la mission. La fatigue des animaux força de passer dans ce village une grande partie de la journée du 17. Là, on apprit que les Bambaras du Bélédougou avaient été vus le long de la rive gauche, se préparant à franchir le Niger. Ces bruits étaient toutefois peu inquiétants en ce moment; nous pouvions nous considérer comme hors de l'atteinte des Béléris.

Le 17 au soir, nous allâmes coucher près du petit village de Konio; ses habitants effrayés nous prirent pour une bande de pillards, nous fermèrent leurs portes et faillirent nous saluer de plusieurs coups de fusil. Le 18, nous passons la journée à Kobilé, village à peu près désert; nous y trouvons à grand'peine un peu de mil pour nous et nos hommes. Le 19, c'est encore pis, car le village de Niagué, où nous nous arrêtons, est absolument vide de vivres et d'habitants. Ceux-ci craignant les cavaliers Toucouleurs se sont réfugiés dans les champs, emportant avec eux toutes leurs ressources en grains : il faut nous contenter de quelques poignées d'arachides grillées. Ce fait montre bien les défauts de la domination Toucouleur, qui ne s'exerce que par des exactions et des violences continuelles. Ces adeptes de l'islamisme, qui ont montré quelques qualités pour conquérir et pour détruire, ont adopté un système d'administration tout à fait absurde, consistant à enlever, au fur et à mesure qu'ils apparaissent, les biens de leurs sujets, étouffant ainsi chez eux toute idée de travail et tout sentiment de la propriété.

Les 20, 21 et 22, on bivouaquait successivement aux villages de Dioumansana, Fougani et Koni. En ce dernier lieu, la mission rencontrait, pour la première fois depuis longtemps, des Peuls venus de Ségou pour faire paître leurs troupeaux dans les environs. Leurs visages, aux traits réguliers et presque européens, contrastaient agréablement avec les figures grossières des Bambaras, que l'on avait eues devant les yeux jusqu'à ce moment.

L'hivernage était déjà établi et la pluie était tombée avec violence les jours précédents.

Le 23, j'étais à Samankoro. Là, Ahmadou donna signe de vie, car, dans l'après-midi, deux sofas venus de Ségou m'informèrent qu'ils « étaient envoyés par le roi et qu'ils avaient ordre de me faire attendre partout où ils me trouveraient, en quelque village que ce fût; et que, d'ailleurs, ils devaient veiller à ce que je ne manquasse de rien ». L'un d'eux devait retourner à Ségou et aller rendre compte au roi de sa mission. Je lui proposai de le faire accompagner par l'un de mes interprètes et de lui remettre une lettre pour Ahmadou; il refusa catégoriquement. Tous deux décidèrent cependant que le village de Sanankoro étant trop pauvre pour nourrir la petite troupe, celle-ci pousserait jusqu'au village suivant, Niansona, qui présentait beaucoup plus de ressources que le précédent.

Cette entrée en matière du sultan Toucouleur ne pouvait rien signifier de bon. D'ailleurs, ce retard était fâcheux pour nous, dans l'état de fatigue où nous nous trouvions, nous, nos hommes et nos animaux. En outre, les pluies devenaient de plus en plus fréquentes, et ce qu'il fallait, c'était un repos définitif, de manière à pouvoir affronter l'hivernage dans les meilleures conditions possibles. Tout cela fut expliqué aux deux sofas. On les prévint même que si, dans quelques jours, on n'avait pas de réponse du roi, on continuerait la route sans leurs avis.

Le lendemain, 24 mai, on arrivait donc à Niansona, village habité mi-parti par des Bambaras, mi-parti par des Toucouleurs; on dut y rester jusqu'au 29 inclus. Ainsi qu'il était facile de le prévoir, ce repos fut très préjudiciable aux animaux, soumis à la réaction de tant de fatigues; un cheval et un mulet succombèrent. Nous-mêmes nous commençâmes à ressentir les effets des privations et des premières pluies; nous fûmes saisis tous les quatre par une violente dysenterie, et le docteur Tautain faillit mourir d'une fièvre bilieuse. Enfin le 29, au moment même où j'informais le sofa resté avec moi que je partirais le lendemain, arriva un cavalier de Ségou, chargé de me prévenir que je pouvais me mettre en route.

On reprenait donc le voyage le 30 au matin, et, après trois étapes excessivement laborieuses par Tienabougou et Soïa, on parvenait, le 1er juin, au village de Nango. Depuis Soïa, la mission était dans le pays de Ségou proprement dit, habité par des Bambaras, des Sarracolets, des Peuls et des Toucouleurs. Ce pays est administré par des chefs résidant à Ségou auprès d'Ahmadou, mais ayant des représentants dans chacun des villages de la contrée. C'est ainsi qu'en arrivant à Nango, on trouvait le chef de ce village venant de Ségou pour nous recevoir. Nous pensions naturellement que

nous pourrions, le lendemain, reprendre notre marche vers la capitale Toucouleur ; mais Ahmadou en avait décidé autrement. Car, lorsque je me rendis auprès de son représentant, celui-ci me prévint qu'il était chargé de « bien recevoir la mission, de l'installer tout à fait à Nango et de retourner à Ségou pour prévenir le roi ».

Pendant quinze jours, j'employai tous les moyens pour obtenir l'autorisation de pousser jusqu'à Ségou. Mais Ahmadou était tellement prévenu contre la mission qu'il fallut renoncer à l'espoir de quitter Nango et attendre patiemment que ses méfiances fussent dissipées pour entamer les négociations relatives au traité. La mission s'installa dans une case en terre longue et large de 4 mètres. On construisit devant elle un hangar en paille pour passer les journées et à côté on fit des écuries pour les chevaux et les mulets.

Les pluies tombaient avec abondance ; la fièvre nous visitait de plus en plus fréquemment, et huit jours ne se passaient pas sans qu'un de nos animaux succombât. Il n'était que temps de prendre un peu de repos, après quatre mois de fatigues incessantes et d'émotions pénibles. Ce repos ne devait malheureusement que trop se prolonger. Arrivés le 1er juin 1880 à Nango, nous devions y être retenus pendant dix mois avant de pouvoir revenir au Sénégal.

Je renonce, messieurs, à vous dépeindre les privations, les dangers et les humiliations qui attendent le voyageur européen devenu l'hôte — ou le prisonnier — de ces chefs nègres.

Privés de médicaments et de ressources de toute espèce pendant dix mois, visités journellement par la fièvre, qui faillit notamment nous enlever le docteur Tautain, exposés aux pluies de l'hivernage et redoutant à tout moment les complications qui pourraient résulter de la situation politique de cette partie du Soudan, il fallait cependant poursuivre avec Ahmadou mes négociations et ne pas les rompre avant qu'il eût reconnu le droit de priorité de la France sur ces régions reliant la Sénégambie au Soudan.

C'est alors que nous pûmes apprécier la manière d'agir du sultan de Ségou, déjà décrite par Mage et qui consiste à tergiverser sans cesse, à conserver un mutisme obstiné et à laisser dans un doute constant et embarrassant ceux qui ont à traiter avec lui. Ces difficultés ordinaires se compliquaient de la réputation qu'on avait faite à la mission.

Ahmadou se disait informé que j'étais chargé de prendre les plans des places fortes et des routes afin de faciliter la voie à une colonne expéditionnaire ; le bruit courait que personne ne me résistait dans les palabres, que j'avais une machine infernale dans la main et que ma vue suffirait à faire mourir le roi, etc. ; enfin la prise de Goubanko et l'occupation de Kita, par l'expédition du colonel Borguis-Desbordes, avait de nouveau réveillé les susceptibilités d'Ahmadou, détruit la confiance qu'il commençait à avoir dans mes lettres et nous avait mis pendant deux ou trois jours dans le plus grand danger.

Cependant, admirablement secondé par mes interprètes Alassane et Alpha Séga, je réussis à m'entendre avec Seïdou Dieylia, premier ministre d'Ahmadou.

Dans les derniers jours d'octobre, Seïdou Dieylia arriva en grande pompe à Nango, accompagné de six cents cavaliers, fantassins, chanteurs, danseurs et danseuses. Les négociations durèrent huit jours, mais le traité de protectorat dont nous arrêtâmes les termes le 3 janvier 1880 ne fut signé par Ahmadou qu'en mars 1881. Comme vous le pensez, messieurs, ce retard fut aussi bien employé que possible.

Je craindrais de fatiguer en ce moment votre attention en vous initiant à toutes nos études. D'ailleurs, si vous connaissez déjà les richesses naturelles du pays, vous n'ignorez pas les vices de son gouvernement, ses causes de faiblesse, parmi lesquelles les différences de race et de mœurs des habitants jouent un rôle si considérable..... si profitable à nos intérêts. Cependant, avant de quitter l'État de Ségou, je veux essayer de vous donner une idée de l'existence du cultivateur bambara courbé sous le joug du guerrier Toucouleur. Lorsque, poussé à bout, un village s'insurge, il est aussitôt détruit par les Toucouleurs qui, montés sur leurs petits chevaux et armés de fusils à pierre ou à piston, se lancent à la poursuite des fugitifs, razziant tout ce qu'ils trouvent sur leur route, hommes, femmes, enfants, troupeaux, grains..... Les premiers sont réduits en esclavage, quelquefois même mis à mort. Pendant notre séjour à Nango, une caravane entière, composée de personnes de tout âge, fut ainsi capturée, sous le prétexte qu'elle se rendait à Sansandig, village révolté contre Ahmadou.

Ces malheureux eurent tous la tête tranchée, et leurs corps, restés sans sépulture sur la place du marché à Ségou, devaient semer la terreur parmi ceux qui tenteraient de secouer l'intolérable domination du sultan Toucouleur.

Le 21 mars 1881, nous voyions enfin s'ouvrir devant nous les portes de Nango. Ahmadou nous donna des chevaux, des vivres et des guides, et nous pûmes effectuer rapidement notre retour. Franchissant de nouveau le Niger au gué de Dioliba, nous arrivions à Kita le 5 avril, et, voyant flotter les couleurs françaises sur le fort, nous avions la satisfaction de penser que nos efforts n'avaient pas été perdus.

Le 12 mai, après une navigation très pénible sur le Sénégal, nous entrions à Saint-Louis où, le gouverneur et les autorités civiles et militaires nous faisaient un accueil des plus chaleureux, témoignant ainsi de leur sympathie pour notre entreprise heureusement menée à bonne fin.

En résumé, la mission française du haut Niger, à la tête de laquelle m'avait placé la confiance du gouverneur du Sénégal, avait deux buts esssentiels, l'un politique, l'autre géographique. Tous nos efforts ont tendu à les remplir aussi complètement que possible, malgré les obstacles de toute nature qui se sont rencontrés à chaque pas sur notre chemin.

Au point de vue géographique, nous avons relevé près de 1400 kilomètres de terrain. Malgré notre petit nombre, sachant seulement que je pouvais compter sur le concours absolu de mes énergiques compagnons de voyage, je me suis toujours efforcé d'embrasser dans notre marche plusieurs directions différentes, de manière à explorer la plus grande étendue possible de terrain. Les itinéraires que nous avons

rapportés et que nous avons pu faire parvenir en arrière au fur et à mesure de nos progrès vers le Niger nous ont permis d'indiquer d'une manière suffisamment exacte les cours du Bakhoy et du Baoulé, et ont servi à guider la marche des missions qui nous ont suivis dans cette région. De ce point, la double reconnaissance, faite dans le Manding et le Beledougou, assure à nos opérations futures dans ces contrées une base sérieuse et permettra à celui qui en aura la direction d'éviter cet inconnu, qui paralyse si souvent les meilleures combinaisons, ainsi que l'ont prouvé des exemples récents.

La carte habilement dressée d'après nos documents par M. Hansen, de la Société de géographie, vous montrera suffisamment avec quel soin nous nous sommes attachés au côté géographique de la mission.

Au point de vue politique, nous nous sommes efforcés également d'accomplir le programme général qui nous avait été tracé. Les traités passés avec les populations du Bakhoy, du Fouladougou, de Kita et du Manding ont ouvert la voie du haut Niger. Celles-ci se sont toutes placées sous le protectorat de la France et se sont empressées de nous autoriser à construire chez elles les établissements militaires et commerciaux nécessaires pour gagner peu à peu le Niger et le Soudan central; ainsi ces traités, parvenus en France en juin 1880, nous ont permis de nous établir à Kita, c'est-à-dire à quarante lieues du Niger.

Pour ce qui concerne Ahmadou, le sultan de Ségou, je considère comme un résultat d'une grande valeur d'avoir pu le décider à nous accorder le protectorat d'une partie du cours supérieur du Niger. Quant à la manière dont il entend que ce protectorat soit exercé, c'est autre chose, et je pense, en m'appuyant sur l'expérience de Mage et sur la mienne propre, qu'il ne faut compter que sur nous-mêmes pour nous installer sur le grand fleuve du Soudan. D'autre part, la situation du pays nous est favorable, car elle nous permet d'attirer à nous les populations Malinkés et Bambaras qui supportent impatiemment le joug des Toucouleurs et constituent la race travailleuse du pays. Bien dirigées, elles nous aideront de tous leurs efforts pour détruire l'influence de l'islamisme qui, quoi que l'on fasse, sera toujours le pire ennemi de la race blanche en Afrique.

Si nous avons réussi dans notre mission, c'est que nous avons toujours obéi exactement aux instructions que nous avions reçues avant notre départ du gouverneur du Sénégal. Ces instructions, comme celles que l'éminent général Faidherbe avait autrefois données à Mage et Quintin, pouvaient se résumer ainsi : Soyez énergiques et résolus, oubliez complètement les épreuves qui vous attendent pour ne songer qu'à l'intérêt supérieur de la patrie. Ce sont, vous le savez, les traditions de la marine, celles que l'on suit dans les régions lointaines où nous sommes tous dispersés. Nous n'avons eu qu'à nous y conformer, amplement récompensés si nos efforts ont été utiles à notre cher pays.

Pendant toute la durée de notre voyage, nous avons pris pour devise le seul mot que la Société de géographie de Paris a mis en tête de son programme. L'insalubrité du climat, les difficultés du terrain, l'hostilité des hommes, élèveront en vain des obstacles pour nous interdire l'accès du Soudan. Nous passerons quand même, car ce mot a toujours eu, depuis les origines de cette histoire, un effet irrésistible. Devant lui, les marécages empestés de ces régions intertropicales se transformeront en plaines fertiles et productives, les obstacles du terrain s'aplaniront pour laisser passer nos locomotives, les hommes eux-mêmes, oubliant la différence de couleur et de religion, nous accueilleront comme des bienfaiteurs poursuivant avec opiniâtreté l'abolition de l'esclavage. Ce mot est : *civilisation*.

Mais nous, enfants de l'armée, nous devions ajouter un autre mot à celui de civilisation, c'est celui de *France*. *France* et *civilisation*, tel a été notre mot d'ordre pendant toute l'expédition. Animés tous les cinq de l'amour le plus ardent pour notre grande patrie française, nous n'avons songé qu'à porter au loin, dans les mystérieux continents les nobles couleurs de son drapeau national en les déployant partout sur notre passage comme l'emblème de la science, de la paix et du travail.

GALLIENI.

MINÉRALOGIE

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

CONFÉRENCE DE M. H. GORCEIX

Diamants et pierres précieuses du Brésil.

Mesdames, messieurs,

Il y a certainement de la témérité de ma part à prendre la parole dans cette enceinte où tant de maîtres de la science se sont fait entendre. Je ne suis qu'un voyageur, qui vient de loin vous raconter ce qu'il a vu et je tâcherai, soyez-en sûrs, de faire mentir un proverbe bien connu de tous, que je vous demande la permission de ne pas citer.

L'histoire des terrains diamantifères du Brésil, quelque incomplète qu'elle soit encore, offre, je crois, un intérêt assez grand, pour m'autoriser, malgré mon insuffisance, à vous en entretenir aujourd'hui.

La découverte des gisements de diamants du Cap, où cette pierre précieuse se trouve en abondance extraordinaire, l'extraction s'élevant, pour 1881, à plus de 2 millions de carats, semble avoir fait oublier qu'il y a quelques années à peine, l'immense et magnifique empire du Brésil, qui occupe près de la moitié de l'Amérique du Sud, avait le monopole de cette pierre précieuse, comme il a encore celui des plus beaux cristaux.

On avait même espéré que l'étude de ces roches vertes ophitiques, au milieu desquelles on le rencontre disséminé, permettrait de déterminer son origine et son gisement primitif.

Malheureusement, il est hors de doute aujourd'hui que ces magnifiques cristaux, enchâssés dans la roche, existaient

déjà, lorsque celle-ci, arrivant des profondeurs de la terre, les a entraînés avec elle et les a apportés là où nous les exploitons aujourd'hui.

A moins donc de découvertes, au Cap, de gisements de natures différentes, c'est au Brésil qu'il faut aller chercher la solution de la question du gisement primitif, de l'origine et du mode de formation du diamant, triple problème qui, jusqu'à présent, semble être un défi jeté à tous ceux qui s'occupent de géologie et de minéralogie.

Les points où le diamant a été et est encore exploité au Brésil sont nombreux. Vous les voyez indiqués en rouge sur cette carte dans les provinces de Bahia, Goyaz, Matto Grosso, Parana et surtout Minas-Géraès. Sauf dans cette dernière province et dans celle de Bahia, ils ne donnent plus lieu qu'aux travaux isolés des orpailleurs du diamant, les « garimperos » du Brésil, qui vont, avec une grande sébile de bois à la main, laver les sables des cours d'eau.

A Minas-Géraès, les principales exploitations sont groupées autour de la ville de Diamantina, véritable capitale des terrains diamantifères, située presque sur le méridien de Rio-de-Janeiro, à 800 kilomètres environ de la côte.

D'autres districts comme ceux de Bagagem, Abaété, Grâo-Mogol, Cocoès, fournissent aussi une petite quantité de diamants.

Je m'occuperai spécialement des gisements de Diamantina. Il est inutile de vous parler des autres ; tous ont, au point de vue géologique et minéralogique, une assez grande ressemblance pour que l'étude de l'un d'eux suffise pour donner une idée exacte des autres.

Mais permettez-moi de vous dire en quelques mots quelle est la situation topographique et l'aspect de la région que nous allons étudier.

C'est un pays, non pas à découvrir, mais à faire connaître, et il le mérite bien, que celui où je vous prie de vouloir bien m'accompagner. Pas de dangers à courir, pas de péripéties émouvantes à craindre ou à espérer; autant de facilités qu'on en avait, il y a quelques années, à passer de Bologne à Florence en suivant la route des Apennins.

La sécurité est même plus grande.

On raconte qu'au Mexique il fallait des corps d'armée pour escorter les convois qui transportaient à la côte l'argent des mines de l'intérieur et encore ne le sauvaient-ils pas toujours du pillage.

Jamais au Brésil un seul soldat, un seul agent de police, n'a été employé à semblable service. Depuis près de deux siècles, bien des caravanes, bien des voyageurs, ont transporté à Rio-de-Janeiro, des points les plus reculés de l'intérieur, des fortunes en diamant ou en or simplement enfermées dans des caisses en bois; pourtant on ne cite pas un vol fait dans de semblables circonstances sur les grands chemins d'aujourd'hui qui étaient encore, il y a cinquante ans à peine, de simples sentiers tracés au milieu des forêts vierges !

Les roches sont d'abord schisteuses; puis, aux environs d'Ouro-Preto, capitale de la province, apparaissent les terrains quartzeux, grès et quartzites. Ce sont eux qui constituent le pic d'Itacolumy et le massif énorme de Caraça, qui servent comme de phares pour nous guider.

Puis le mica blanc ou vert des quartzites est remplacé par des paillettes de fer oligiste et pendant bien des lieues, la poussière du chemin, le pavé des rues des villes que nous traversons, sont formés des plus beaux minerais de fer du monde. Quartz, mica, fer oligiste, ne sont pas en général les éléments d'un sol très fertile; pourtant, sous l'action d'une humidité considérable, ces roches se désagrègent, se décomposent. Partout où la main de l'homme n'a pas porté la destruction, se développe, sous l'influence d'un climat favorable, une des plus belles végétations du monde. Dans les vallées, des myrtacées aux cimes arrondies, des métastomées aux larges fleurs violacées, des palmiers aux rameaux en panache, d'énormes roseaux, des fougères arborescentes donnent à la flore un caractère particulier que, sur les hauteurs, elle emprunte à une conifère d'espèce spéciale au Brésil: l'*Araucaria Brasiliensis*.

Nous sommes ici dans le pays de l'or, partout la route est jalonnée d'anciennes exploitations; d'énormes amas de graviers amoncelés sur les rives des cours d'eau nous indiquent combien ont été considérables les travaux de recherche dont nous ne voyons plus que les derniers vestiges. Il ne peut pas entrer dans mon sujet de signaler autrement les mines d'or que nous traversons, en sortant d'Ouro-Preto, à Morro-Santa-Anna, Pitanguy-Pary, laissant vers l'ouest la plus importante, celle de Morro-Velho.

Les roches sont toujours les mêmes : schistes micacés, quartzite à mica ou à fer oligiste ou itabarites. L'aspect du pays ne change pas non plus, les montagnes succèdent aux montagnes, toutes sont arrondies, à pente douce d'un côté, coupées à pic de l'autre, et comme nous suivons presque l'arête de séparation des eaux, nous n'avons qu'à traverser de simples ruisseaux, sources de toutes les rivières qui vont former le Rio-Doce. Mais, après avoir dépassé la ville du Serro et franchi à quelques kilomètres au nord une chaîne de montagnes perpendiculaire à la grande arête que nous suivions, l'aspect change totalement.

Devant nous, s'étend un vaste plateau où l'œil distingue à peine quelques ondulations qui vont se relevant autour de la ville de Diamantina, dont les toits rouges nous apparaissent au milieu d'un bouquet de verdure formant une oasis verte au milieu du désert qui l'entoure.

A droite, vers l'est, nous apercevons un pic dont la cime, entourée constamment de nuages, n'a jamais été atteinte, moins à cause de sa hauteur qui ne dépasse pas 2000 mètres, que des précipices et des coupures profondes à parois à pic qui en défendent l'approche.

C'est le pic d'Itanbé; vous le voyez vaguement représenté au dernier plan de cette photographie de la ville de Diamantina que nous projetons sur le tableau.

A gauche, se montre une montagne moins élevée formée d'un seul bloc arrondi de quartzite grenu, qui lui a valu le nom de *Pedra redonda*. C'est autour de ces deux pics que prennent naissance, comme vous le voyez sur la carte que nous projetons, les principaux ruisseaux qui font former le

Jéquétinhouha, cours d'eau dont les graviers, jusque bien au-dessous de Diamantina, ont toujours fourni du diamant.

Les roches quartzeuses dominent partout, les schistes n'apparaissent plus qu'à de rares intervalles et en minces lits.

Mais ces roches, dont le quartz en grains forme l'élément principal, sont différentes de celles que nous avons rencontrées dans la région aurifère. Elles sont plus grenues, très peu micacées, elles passent à de véritables grès et leurs couches, souvent à peine inclinées de quelques degrés vers l'est et sont beaucoup moins disloquées, moins métamorphiques que celles des schistes et des quartzites à mica qu'elles recouvrent et qui forment un îlot sur lequel est située la ville de Diamantina.

A ces quartzites et grès se joignent, sur les bords du Jéquétinhouha et de quelques-uns de ses affluents, le Santa-Maria, le Ribeirão do Inferno, de véritables poudingues à galets roulés dont les couches horizontales se retrouvent dans la même région sur les bords de la Paruna, qui verse ses eaux dans le Rio-das-Velhas.

Les schistes et les quartzites à mica vert inférieur se montrent autour de Diamantina, et par lambeaux, dans le fond des ravins où coule le Jéquétinhouha. Quartzites, grès supérieurs au précédent et conglomérats couronnant toute la série, tels sont les terrains, auxquels il faut joindre des amas et des dikes de diorites qui forment le sol de ce bassin diamantifère.

Le sol, par suite de la nature de la roche dominante, est couvert d'une couche de sable blanc où apparaissent des cristaux brillants de quartz, à facettes, comme taillées, au tour, arrachés aux filons nombreux de cette substance qui sillonnent toutes les couches, quelle que soit leur nature.

De terre végétale, souvent pas trace, sauf dans le fond des ravins que couvrent alors les bois de la région aurifère.

Ces sables remaniés par les pluies forment souvent des couches horizontales rappelant une plage d'où la mer viendrait de se retirer et dont les poudingues seraient les galets consolidés par un ciment siliceux.

Dans la saison sèche, quelques kylmérias au tronc noueux à écorce rude et épaisse comme celle du chêne-liège, d'humbles mélastomées aux pétales jaunes et rouges, des opontias aux tiges droites recouvertes d'un duvet épineux, sont bien insuffisants à cacher l'aridité du sol.

Pas de champs cultivés; à peine, de distance en distance, de rares habitations. Partout cependant le sol est profondément fouillé, bouleversé, encore plus par la main des hommes que par l'action des éléments : mais l'unique produit qu'on demande à la terre, c'est le diamant.

Cette région forme une vaste ellipse dont le grand axe dirigé nord-sud aurait environ 80 kilomètres de la ville du Serro à la petite rivière du Caéthé-Mirim, et l'autre plus de 40 kilomètres depuis le Jéquétinhouha jusqu'à une ligne parallèle au Rio-das-Velhas, et passant au-dessous du village de Parauna et de Dattas. Elle est en effet située à la fois dans le bassin de ces deux cours d'eau, et même au sud, un lambeau autour de la ville de Serro appartient à celui du Rio-Doce.

Il y a dans la distribution des gisements diamantifères de ces bassins des différences capitales.

Dans celui du Jéquétinhouha, presque tous les cours d'eau, quelque peu importants qu'ils soient, sont ou ont été diamantifères, depuis leurs sources jusqu'au point où ils se jettent dans cette rivière. Dans ceux du Rio-das-Velhas et du Rio-Doce, ils cessent de l'être à une certaine distance de leur point de naissance.

Je dois encore signaler une autre loi de distribution du diamant dans ces cours d'eau. Il y est toujours accompagné d'or en paillettes ou en petites pépites ; mais, tandis que dans le centre de la région diamantifère le diamant domine, à mesure que nous avançons vers l'est, les proportions sont renversées, l'or est plus abondant et bientôt, après avoir passé la ville de Serro, devient l'unique substance précieuse contenue dans les graviers des cours d'eau.

C'est là que pénétrèrent au commencement du XVIIIe siècle ces hardis aventuriers dont les bandes, à la recherche de l'or depuis près d'un demi siècle, avaient traversé les montagnes et pénétré au milieu des forêts vierges de la Sierra d'Espinhaço, dépossédant les tribus de sauvages dont les derniers représentants vivent encore misérablement sur les bords du Rio-Doce.

Bien des fois, jusqu'en 1729, ils avaient, au fond de la sébile où ils lavaient les sables des rivières, aperçu de petits cristaux brillants auxquels ils n'attribuaient aucune valeur. Leur éclat, leur dureté, leur forme régulière, comme façonnée à la main, avaient certainement attiré leur attention et plusieurs d'entre eux les avaient recueillis pour s'en servir de marques au jeu.

L'or seul avait de la valeur pour eux. A cette époque, d'après la tradition la moins incertaine (1), un moine qui avait assisté à des recherches de diamants dans l'Inde où cette pierre était connue depuis l'antiquité la plus reculée reconnut la nature de ces jetons. Il communiqua sa découverte à un certain Bernardo da Fonseca Lobo, qui la fit connaître en son nom au gouvernement portugais. Le roi prit immédiatement possession de tous les terrains où la présence des diamants avait été reconnue et même où elle pouvait être soupçonnée.

Bernardo reçut en récompense le titre de notaire royal et le commandement des milices de la ville la plus importante de cette région. Le nom du moine fut oublié. Je ne crois pas que ni l'un ni l'autre soient restés bien populaires à Minas, car leur découverte, qui jeta des centaines de millions dans le trésor des rois de Portugal, fut l'origine du plus despotique des régimes que jamais pays ait supporté.

Les premiers diamants avaient été trouvés dans le gravier des ruisseaux; ce sont encore ces graviers ou, pour employer l'expression portugaise passée dans presque toutes les langues, les « cascalhos », qui constituent les principaux gise-

(1) *Memoria do districto Diamantino da Comarca do Serro. Provincia de Minas Geraes*, pelo doct. Joachim Felicio dos Santos, travail fort intéressant à consulter et auquel je dois les détails historiques cités.

ments exploités. Mais, depuis quelques années, on en connaît d'une nature entièrement différente, placés, comme les mines des autres métaux, au milieu des couches de terrain, les accompagnant en profondeur.

Les cascalhos diamantifères occupent, ou mieux occupaient, car une grande partie a déjà été exploitée, non seulement le lit de tous les cours d'eau, mais aussi étaient placés en couches sur les plateaux et dans les gorges des montagnes à des niveaux que les eaux, même dans les plus grandes crues, n'atteignent plus de nos jours.

Ils ont un aspect particulier qui ne trompe jamais l'œil d'un mineur exercé. Pourtant, à première vue, comme vous pouvez le voir par ces échantillons pris sur place et qui contiennent certainement du diamant, ils ressemblent aux graviers de nos rivières. Ils sont formés de cailloux roulés, de couleurs variées, de forme presque toujours sphérique. Les espèces minérales qui les constituent sont très nombreuses, j'en ai déjà reconnu plus de trente, et je ne suis qu'au commencement de cette étude. Je ne vous citerai certainement pas tous ces noms, je me bornerai à vous indiquer les plus importants :

Quartz, oxydes de titane, fer titané, tourmalines, phosphates, fibrolite, fer oligiste octaédrique, magnétite, etc.

Les mineurs ont, pour les désigner, des noms moins difficiles, plus pittoresques, mais aussi moins précis. Ce sont des « oros de pomba », des « faves », des « ossos de cavalo », des « agulhas », des « caboclos », etc., la nomenclature est aussi complète que la nôtre, et tout chercheur de diamants doit la connaître.

Les autres minéraux n'ont pas la même importance; ceux que j'ai cités sont les vrais satellites du diamant, ce sont eux qui constituent le véritable cortège de cette pierre précieuse.

A de bien rares exceptions, partout, à Diamantina, où ils apparaissent, on est sûr de la trouver. Ils ont avec elle une liaison si intime, qu'on peut dès à présent penser que les mêmes terrains renferment leurs gisements primitifs.

Leur forme ne nous laisse aucun doute sur les causes auxquelles ils la doivent. Ils ont été entraînés par les eaux et soumis à des frottements qui ont émoussé leurs angles et arrondi leur forme.

Mais ce n'est pas un simple transport, souvent à peine de quelques centaines de mètres, qui a pu les transformer en balles sphériques. Le diamant lui-même, le plus dur de tous les corps, n'a pas échappé à cette action; on en rencontre des fragments où toute trace de cristallisation a entièrement disparu et qui ont pris la forme de petites billes à jouer.

Ce n'est pas seulement les graviers des grands cours d'eau, mais bien ceux des plus humbles ruisseaux, même à peu de distance de leurs sources, qui présentent ces caractères. Il est donc impossible qu'ils ne les doivent surtout à des frottements qu'ils ont éprouvés dans les anfractuosités des terrains où ils étaient retenus et animés d'un mouvement de rotation par suite de remous produits par les eaux.

Mais en même temps qu'ils s'usaient, ils produisaient sur le fond des rivières un phénomène analogue; de là, la formation de ces nombreuses cavités rondes ou « marmites de géants », « caldeiroès » des chercheurs de diamants que l'on trouve à chaque instant dans le lit des cours d'eau de Diamantina.

Dans ces cavités s'est produit un enrichissement naturel des graviers; les éléments les moins lourds ont été enlevés par les eaux; les substances plus fragiles que le diamant, réduites en poussière, ont été emportées par le courant.

Aussi, depuis cent cinquante ans, les mineurs considèrent-ils comme une bonne fortune la rencontre d'un de ces caldeiroès aujourd'hui devenus bien rares. Ceux du Ribeirâo-do-Inferno, du Jéquétinhouha dans son cours supérieur sont à juste titre célèbres dans les annales de Diamantina.

Dans le Jéquétinhouha, à quelques centaines de mètres au-dessus du pont que traverse la route de Diamantina, le cours d'eau est barré par d'énormes blocs de diorite au milieu desquelles les eaux se sont creusés des passages souterrains.

La rivière ayant été, en partie, déviée de son cours, on peut pénétrer dans ces grottes autrefois envahies par les eaux et comblées par du « cascalho » d'une richesse extraordinaire.

Les parois de la roche sont polies comme le marbre le mieux travaillé, l'éclat des torches se réfléchit comme sur une glace, à chaque instant le visiteur aperçoit sous ses pas des trous cylindriques aussi réguliers que si le plus habile potier les eût creusés sur son tour.

Il y a une trentaine d'années, après bien des travaux dispendieux, la découverte de quelques-uns de ces « caldeiroès suffit pour enrichir la famille des deux associés qui poursuivaient des recherches.

D'après un témoin oculaire, lorsque, éclairés par des lampes de mineur, ils arrivèrent sous une voûte de blocs de diorite et qu'ils eurent enlevé la couche de sables stériles qui couvrait le gravier d'une de ces cavités, il leur apparut constellé de cristaux de cette pierre précieuse, et sans aucun lavage, ils purent, sur place même, emplir leurs poches de diamants!

Dans le Riberâo do Inferno, un seul caldeiroès de quelques mètres cubes a fourni près de 8000 carats de diamants.

Mais ce sont là des bonnes fortunes de plus en plus rares, je le répète, sur lesquelles une exploitation régulière n'a pas le droit de compter et qui ne fait qu'entretenir la fièvre de jeu dont tous les habitants des terrains diamantifères sont atteints.

Il est facile de comprendre combien a été puissante cette action d'érosion dont la durée peut se chiffrer par bien des millions d'années, mais qui échappe à notre chronologie ordinaire. C'est certainement à des phénomènes de soulèvements dont les directions oscillent autour d'un axe dirigé nord-sud, qu'est due la grande partie du ravin où coule le Jéquétinhouha, ainsi que le canevas du système hydrographique de la région. Mais ce sont les eaux qui ont creusé les lits si encaissés, à parois coupées à pic, ruisseaux tributaires de cette rivière.

La disposition presque horizontale des couches de grès, de

poudingues que forment les rives du Ribeirão do Inferno, de la Parauna, du Santa-Maria, etc., les terrasses qui indiquent les niveaux successifs occupés par le fond du lit ne laissent aucun doute sur l'exactitude de cette assertion.

La photographie des rives d'un cours d'eau, le Ribeirão do Inferno, que je place sous vos yeux et que je devrai tout à l'heure vous présenter de nouveau, peut en donner une idée. Vous voyez les assises de roches horizontales qui semblent taillées au ciseau, les diverses terrasses qui bordent les rives et, au fond, le cours d'eau qui a déjà été dérivé pour une exploitation.

Au début, par conséquent, le fond des cours d'eau était presque au niveau du sol ; aux moindres pluies, ils débordaient et leurs graviers diamantifères étaient disséminés sur les plateaux, dans les gorges des montagnes. A mesure que le lit des rivières se creusait, les débordements devenaient plus difficiles, les graviers n'étaient plus portés qu'à de petites distances des rives où ils s'accumulaient. Puis, à partir d'un certain moment, les inondations sont devenues impossibles, et le gravier s'est déposé dans les caldeiroès, les grottes, les canaux souterrains que la rivière avait creusés dans les roches sur lesquelles elle coule.

Cette époque peut être rapportée à celle qui a précédé notre ère, et qui en Europe était caractérisée par les instruments en pierre dont l'homme se servait : instruments dont on a retrouvé des échantillons dans les terrains diamantifères.

Puis, soit par un exhaussement de la côte, soit, ce qui est moins probable, par un affaissement du plateau central de Minas Géraès, la pente des cours d'eau a diminué, et, au lieu de creuser leur lit, ils l'ont en partie comblé de dépôts meubles sans diamants qui continuent à se former de nos jours. Sur les plateaux, sur les berges des rivières, les graviers sont bien moins riches que dans les cours d'eau ; mais dans tous les cas, pour en extraire les diamants, il est nécessaire de le séparer, par des lavages méthodiques, des substances étrangères au milieu desquelles il est demeuré.

Il est bien rare, en effet, qu'un simple triage à la main suffise ; on peut cependant citer quelques faits des plus intéressants.

En 1824, au milieu d'une région déserte, on découvrit sur la partie inférieure du plateau de Diamantina des gisements où le diamant se trouvait éparpillé sur le sol, à peine mélangé de quelques fragments de quartz. Il suffisait, suivant l'expression populaire, d'arracher le gazon pour trouver dans les racines de l'herbe les cristaux de cette pierre précieuse.

Un diamant de 28 carats fut trouvé à fleur de terre. A quelque distance de là, j'ai vu moi-même au point culminant de l'arête de séparation des eaux des deux bassins du Jéquétinhouha et du Rio-das-Velhas, le diamant se rencontrer dans des anfractuosités du sol de quelques pouces de profondeur, n'ayant guère d'autres compagnons que d'énormes cristaux de quartz. A quelques mètres de distance, des cavités de la roche, bien que renfermant les mêmes cristaux, n'en contenaient plus trace. Les anciens mineurs attribuaient à l'intervention de bons génies la disposition en filons réguliers des substances minérales qu'ils poursuivaient dans les entrailles de la terre.

Il semble qu'à Diamantina une méchante fée ait semé le diamant sur le sol au gré de ses caprices, et jamais caprices n'ont été plus bizarres et plus variés.

Il ne forme qu'une bien faible partie des graviers dont la teneur est très variable.

Il m'est impossible de vous décrire avec détails les travaux de lavage des graviers diamantifères, travaux qui se font complètement à la main.

Dans une première opération, les graviers sont placés par portions de 80 à 100 kilogrammes dans des espèces d'auges ou bacs quadrangulaires dont trois côtés seulement sont munis de rebords.

Ces auges sont disposées au nombre de deux, quatre ou six, sur le côté d'un réservoir d'eau de 40 à 50 centimètres de profondeur, de façon que leur fond soit légèrement incliné vers celui-ci.

Un ouvrier placé dans le réservoir en face de chaque auge lance avec violence de l'eau sur les graviers, à l'aide de la « batea », sébile en bois des mineurs.

L'argile, les sables très fins sont entraînés ; il se fait un premier classement : à la partie supérieure restent les gros fragments qu'on enlève immédiatement à la main, le diamant se dépose dans les graviers qui se trouvent dans les deux premiers tiers du bac, la portion inférieure est à peu près stérile.

Le lavage se termine ensuite dans des sébiles un peu plus profondes et plus coniques que celles des orpailleurs. L'ouvrier y place du gravier et achève de la remplir avec de l'eau ; puis, en les tenant flottant au-dessus d'un réservoir à l'aide d'un mouvement de rotation accompagné de secousses verticales, il détermine un classement par ordre de densité, en ayant soin d'agiter la masse de temps en temps avec la main.

Pour l'or, le travail est facile ; comme il est plus pesant que les autres substances avec lesquelles il est mélangé, on le trouve toujours au fond de la sébile.

Le diamant ayant une densité environ trois fois et demie plus grande que celle de l'eau, plus considérable que celle du quartz, de la tourmaline, mais plus faible que celle des oxydes de fer, de titane, ses compagnons constants, vient se placer dans des couches moyennes. L'ouvrier, après plusieurs lavages, enlève, presque sans y regarder, les parties les plus superficielles, et ce n'est qu'après avoir atteint un certain niveau que son habitude lui fait reconnaître immédiatement qu'il incline légèrement la sébile en laissant une mince couche d'eau, et voit scintiller les cristaux de diamant qu'il enlève prestement avec les doigts. C'est alors, surtout quand on emploie de malheureux esclaves, que la vigilance doit redoubler, et je ne connais d'égale à leur habileté à trouver le diamant que celle à le faire disparaître si la surveillance du gardien se relâche un instant.

Je n'ai pas à vous dire toutes les ruses employées dont la moindre consiste à avaler les pierres, je dois pourtant constater que depuis que les travaux sont devenus libres, la

fraude a beaucoup diminué. Sous l'ancien régime elle atteignait plus de la moitié des diamants contenus dans les graviers. Lorsque ceux-ci sont placés dans le lit des rivières, l'exploitation présente une autre difficulté. Comme toutes les rives de ces cours d'eau sont coupées à pic et profondément encaissées, il est impossible dans la plupart des cas, sans des frais énormes et qui ne seraient nullement compensés, de creuser des canaux latéraux pour changer le lit de la rivière.

Une opération plus rapide et plus simple a été entreprise. La photographie que nous projetons sur le tableau permettra de l'expliquer en quelques mots.

Vous le voyez, un barrage en pierre, destiné à arrêter la rivière, a été construit ; un goulet a d'abord été laissé au milieu pour l'écoulement des eaux, pendant qu'un canal en planche de 300 ou 400 mètres de longueur, supporté par des étais et des chevalets en bois, était établi sur le bord dont il suit les sinuosités.

Aussitôt qu'il est achevé, le goulet est rapidement fermé au moyen de fascines, de pierres et de terre; l'eau s'élève, atteint le canal en planches, le suit et vient se déverser à l'extrémité, laissant à sec le point où l'on suppose exister, couverts par des sables stériles, les précieux graviers de ces « caldeiroès » que tous les mineurs voient constamment dans leurs rêves.

Quelques pompes mues par une roue que vous voyez ici à l'extrémité du canal épuisent les eaux d'infiltration.

Il s'agit maintenant de creuser rapidement, d'enlever les sables stériles et d'arriver au cascalho diamantifère.

Le temps presse en effet; la rivière pendant la saison sèche, de mai en octobre, se laisse maîtriser; mais, vienne le moindre orage et elle se transforme en torrent auquel rien ne peut résister, qui emporte barrages, roues et canaux. C'est d'ailleurs ce qui arrive, en somme, cinquante fois pour cent aux chercheurs de diamants. J'en connais qui ont recommencé trois ou quatre années de suite les mêmes travaux que chaque fois des crues subites venaient détruire sous leurs yeux. Une campagne heureuse a ensuite suffi pour les dédommager amplement de leurs dépenses. D'autres ont eu à peine le temps de travailler pendant peu de jours dans la couche riche, dont quelques mètres cubes ont fourni des centaines de carats de diamant.

Mais aussi combien ont épuisé toutes leurs ressources sans pouvoir atteindre cette terre promise !

Malgré cette perspective, on n'emploie ni machine, ni brouettes, ni plans inclinés, ni moteurs, alors qu'on a pourtant sous la main une force énorme, fournie par la chute d'eau du canal. Quelques pioches, quelques pelles, des leviers pour soulever les blocs de pierre, et, pour moyen de transport, des travailleurs qui viennent charger sur leur tête de larges plats en bois que d'autres remplissent de sable et de pierres.

Rien de plus pittoresque que ces énormes tranchées dont nous avons sous les yeux un exemple, où s'agitent comme dans une fourmilière une nuée de nègres, courant par bandes recevoir leurs charges et l'emportant en se groupant, en entonnant pour s'animer des chants presque toujours en langue de la côte d'Afrique. La cavité s'approfondit, augmente en sinuosités ; une véritable grappe humaine se suspend à l'aide d'échelles des plus primitives aux parois des roches et le travail continue avec une ardeur fiévreuse.

De temps en temps, les surveillants enfoncent dans le sable de longues tiges de fer. Bien grande est la fête, le jour où la sonde, par un bruit particulier que tous les mineurs connaissent, annonce qu'au-dessous des terres stériles existe le « cascalho » diamantifère ! Mais aussi quelle déception, comme cela arrive maintenant bien des fois, lorsqu'elle s'arrête sur la roche vive sans rencontrer la couche diamantifère que des travaux du siècle dernier ont déjà enlevée sans que les bords de la rivière aient conservé le moindre indice d'anciennes exploitations ! C'est encore une mauvaise chance qu'ont à courir les chercheurs de diamants.

Ces gisements de graviers ne sont pas les seuls de cette région diamantifère.

Les éléments minéraux qui les composent ont été arrachés par les eaux à des roches plus anciennes, comme les sables de la Seine aux terrains qu'elle traverse, cela est certain. Mais quels sont ces terrains ? En existent-ils encore, et n'auraient-ils pas été entièrement détruits ?

Pour répondre à ces questions, j'ai cherché à déterminer avec soin l'ensemble des minéraux que j'ai appelés les satellites du diamant, persuadé que là où se trouvait leur gisement primitif, là aussi devait se rencontrer celui du diamant.

Or, tout autour de la ville de Diamantina et jusqu'à 30 kilomètres à l'ouest, les roches dominantes sont des quartzites à mica vert, avec couches de schistes de même nature et de même âge que ceux des terrains aurifères. Elles sont traversées par de nombreux filons de quartz contenant des oxydes de fer, de titane, des tourmalines, cortège du diamant dans les graviers des rivières. C'est à leur destruction par l'action des eaux que ceux-ci doivent leur origine, et déjà nous pouvions conclure qu'ils devaient contenir le gisement primitif du diamant.

L'étude de la distribution géographique des cours d'eau diamantifères nous conduit à la même conclusion.

Nous voyons en effet, en jetant un coup d'œil sur la carte, que c'est de cette zone que partent tous les cours d'eau dont les graviers ont été les plus riches en diamants. Quelques-uns même, depuis un siècle, sont le siège d'exploitations presque toujours fructueuses.

Deux faits sont venus confirmer ces déductions. La découverte du diamant en place dans des grès à mica vert, à 300 kilomètres de Diamantina, et celle de couches d'argile provenant de la décomposition de schistes intercalés dans les quartzites à 30 kilomètres à l'ouest de cette même ville, au point même où naissent les deux rivières de Rio-Pardo et de Caéthe-Mirim, célèbres par leurs richesses dans les annales des mineurs.

L'idée que le diamant du Brésil se trouvait uniquement dans les terrains d'alluvions était tellement enracinée que personne n'avait d'abord attaché d'importance à ces découvertes. Elles m'ont laissé même incrédule jusqu'au moment

où j'ai pu constater de mes propres yeux l'existence du diamant dans les roches en place. Il n'appartient pas à mon sujet de vous les décrire géologiquement, je me contente de vous montrer un fragment de roche contenant un diamant. Les échantillons sont très rares et les diamants qu'ils contiennent malheureusement bien petits. Pour les rendre visibles, au moins à quelques personnes, ils ont été placés dans des tubes où le vide le plus parfait possible, à moins 1/1 000 000 d'atmosphère, a été fait. Sous l'action d'un courant électrique, le diamant devient brillant et la roche reste obscure. Celle-ci est entièrement différente de ces conglomérats qui ne sont autre chose que des graviers consolidés par un ciment argileux, conglomérats abondants, le cours des rivières et contenant fréquemment des diamants enchâssés au milieu d'autres cailloux roulés. Le deuxième gisement est beaucoup plus important; il est exploité depuis plus de cinquante ans; mais pour les mineurs du pays, il représente encore un canal profond, lit d'une ancienne rivière. Un simple examen des travaux montre combien est fausse cette idée.

Comme vous le voyez dans la photographie projetée sur le tableau, ces travaux occupent une tranchée profonde de plus de 200 mètres de longueur, avec une largeur de 50 à 60 mètres et une profondeur presque égale. Elle rappelle, à première vue, celles que l'on pratique dans les constructions de chemin de fer. Ses parois à l'est sont coupées à pic, à l'ouest elles descendent en pente douce, simple observation montrant que, pour poursuivre la couche diamantifère, les mineurs sont obligés de s'approcher vers l'orient tout en descendant en profondeur. Ces couches ne sont donc pas horizontales, comme elles devraient l'être s'il s'agissait de simples dépôts d'alluvion.

Leur étude m'a été aisée ; j'en ai retrouvé trois, l'une blanche avec des quantités considérables de cristaux de quartz; une seconde, grise, formée presque entièrement d'oxyde de fer; la troisième, la plus puissante, d'argile bariolée, avec des quantités considérables de ces mêmes cristaux, de rutile, de fer oligiste que j'ai déjà signalés dans les graviers des rivières. Toutes sont fortement inclinées vers l'est d'environ 50°, intercalées au milieu de quartzites micacés dont elles suivent les allures, et, par suite, formées en même temps qu'eux aux époques les plus reculées des temps géologiques et qu'il est fort difficile de préciser par suite de l'absence totale de restes fossiles.

Leur comparaison avec d'autres terrains du bassin du Saô Francisco, caractérisés par la présence de coraux de l'époque paléozoïque, permet d'affirmer qu'elles remontent certainement au moins à l'époque silurienne. Avant moi, d'autres voyageurs avaient signalé ce gisement, et mon ami le géologue Dorville-Derby l'a décrit avec soin en défendant les idées que je soutiens.

Le lavage de ces argiles s'effectue de la même manière que celui des graviers, et j'ai pu moi-même en extraire des diamants, ce qui me permet d'affirmer qu'elles en contiennent.

Ces lavages séparent parfaitement cristallisés, sans trace d'usure, ces minéraux que l'on trouve roulés et arrondis dans les sables des rivières et dont l'aspect extérieur est entièrement différent ; ce sont donc les mêmes satellites, mais en place et se trouvant encore dans leur gisement primitif.

Les diamants même de Saô Joaô da Chapada sont caractéristiques; comme les cristaux d'oxyde de fer, d'oxyde de titane, leurs angles sont entiers; leurs faces rugueuses, leur teinte uniforme n'ont subi aucune modification due à un frottement, aucune trituration de quelque nature qu'elle soit.

La même conclusion ne doit-elle pas être adoptée pour le diamant et ne doit-on pas admettre qu'il se trouve, lui aussi, là où il s'est formé?

Il est vrai qu'il m'a été impossible d'en retrouver sur place, dans les petits filons de quartz qui traversent ces couches, dans les schistes mêmes dont la décomposition a produit des argiles diamantifères avec ces mêmes cristaux de fer oligiste, de rutile, et que jamais encore le diamant n'y a été vu avant des lavages faits avec soin.

Mais pour un million de cristaux d'oligiste il existe à peine un diamant; plus de 12 000 kilogrammes d'argile ont fourni dix petits diamants pesant environ un carat. Il aurait fallu une bien grande chance pour apercevoir, même avec une forte loupe, une de ces pierres, grosse comme une tête d'épingle, au milieu d'un énorme amas de matières stériles.

Certes, des objections peuvent être faites aux conclusions que j'ai déjà présentées.

Les terrains où se trouve le diamant n'ont pas toujours été dans l'état où nous les voyons; ce ne sont pas des roches éruptives arrivées toutes formées du centre de la terre, elles proviennent de la destruction de couches plus anciennes et ont été primitivement à l'état de boues, de sables, d'argile ; puis, ensuite, par des actions métamorphiques où la chaleur, la pression, la vapeur d'eau ont joué un grand rôle, elles se sont consolidées; de nouveaux éléments cristallins s'y sont formés et elles ont pris l'aspect que nous leur voyons aujourd'hui. Pourquoi le diamant, lui aussi, ne proviendrait-il pas de ces terrains primitifs? et alors, au lieu d'avoir résolu le problème, nous aurions à peine reculé la question.

Mais des actions de trituration assez puissantes pour réduire en boue, en sable, des cristaux de feldspath, de quartz, n'auraient-elles pas aussi modifié la forme des diamants, émoussé leurs angles, usé leur surface, puisque nous voyons qu'il suffit de frottements bien moindres pour produire ces résultats dans les cours d'eau? Je pourrais encore répondre aux autres objections que mon opinion peut soulever, et je crois avoir montré que, comme les oxydes de fer et de titane, les tourmalines, les phosphates, ses fidèles compagnons, le diamant des terrains d'alluvion de Diamantina provient de la destruction de filons de quartz intercalés dans les roches paléozoïques de cette région.

L'association continuelle de cette pierre précieuse avec ces minéraux me fait penser qu'elle a été apportée, comme eux, des profondeurs de la terre à l'état de combinaison volatile et qu'elle doit sa cristallisation à une dissociation produite sous l'action de la chaleur et d'une pression considérable. Mais quelle est cette combinaison volatile?

Pour les oxydes de fer, de titane, d'après ce qui se passe dans les volcans, les expériences synthétiques de M. Daubrée ne laissent pas de doute qu'ils ne soient arrivés à l'état de chlorures et de fluorures. N'en serait-il pas de même pour le diamant? Sa présence au milieu d'un cristal d'anatase viendrait à l'appui de cette hypothèse. D'ailleurs, tant que la reproduction artificielle du diamant, la seule des pierres précieuses qui a encore échappé aux efforts des chimistes, n'aura pas été trouvée, ce sera une simple hypothèse, mais une hypothèse basée sur l'observation des phénomènes naturels où j'ai pris pour guide l'analogie, et qui pourra peut-être mettre sur la voie de la découverte de cette nouvelle pierre philosophale. Bien loin de moi l'idée d'avoir résolu ce problème, je serai très satisfait si jamais je peux arriver à soulever un coin du voile que de plus heureux et surtout de plus habiles déchireront complètement, j'en ai la conviction.

L'estimation de la quantité de diamant fournie par le Brésil est bien difficile à faire.

De 1730 à 1739, le roi de Portugal accordait à un certain nombre de privilégiés le droit d'exploiter le diamant moyennant une capitation payée d'après le nombre de travailleurs employés. De 1739 à 1772, les gisements furent livrés à de véritables fermiers généraux qui, pour la plupart, y gagnèrent des fortunes royales.

Le dernier, Francisco Fernandès d'Oliveira, bien qu'ayant payé au marquis de Pombal, à titre de restitution 11 millions de francs, laissa à sa mort des quartiers entiers des villes de Lisbonne et de Rio-Janeiro, et plus de vingt fermes au Brésil, où les fermes ont bien des lieues carrées!

De 1773 à 1820, le roi de Portugal fit exploiter les terrains pour son propre compte; le gouvernement brésilien conserva pendant quelques années ce régime, et aujourd'hui les gisements diamantifères sont soumis à des règlements se rapprochant plus ou moins de ceux qui régissent l'extraction des autres substances minérales.

De 1772 à 1793, le trésor royal reçut 877717 carats de diamants, environ 38000 carats par an. Il faut compter au moins autant pour les vols et la contrebande. La production annuelle en chiffre rond aurait donc été de 80000 carats; si on admet cette moyenne pour une période totale de 150 ans, on arrive au chiffre de 12 millions de carats ou près de 2400 kilogrammes, à peine le volume de 7 ou 800 litres!

Quant à la valeur totale, impossible de l'évaluer même approximativement. En général, les diamants du Brésil sont peu volumineux; ceux de 15, 20 carats sont rares; seule, l'Étoile du Sud, trouvée à l'ouest de la province, dans les gisements de Bagagem, mérite d'être citée. Ce diamant brut pesait 254,5 carats; après la taille, son poids a été de 125 carats.

Pareilles trouvailles sont d'ailleurs bien rares et je connais des mineurs qui depuis vingt ans lavent et relavent des « cascalhos » de Bagagem, sans avoir trouvé non pas une seconde Étoile du sud, mais même le moindre diamant de valeur, ils sont loin pourtant de désespérer de ne pas voir un jour leurs peines couronnées de succès!

En 1880, la production totale du Brésil n'a guère dépassé 16 kilogrammes, 80000 carats environ. Pendant ce temps les mines du Cap ont fourni 2 000 000 de carats!

Mais, comme éclat, comme beauté, les diamants du Brésil ont une supériorité bien marquée, qui les fait souvent considérer comme des brillants anciens provenant de l'Inde.

Cristallisés, vous les voyez, malgré les formes régulières dérivant du cube sous lesquelles ils se présentent, ils sont peu brillants. Placés dans des tubes où le vide a été fait, sous l'action d'un courant électrique, ils s'illuminent en prenant des couleurs vertes, jaunes, bleues, et lancent des feux comme s'ils étaient incandescents.

Taillés en brillants et en roses, ils ont un éclat que je n'ai pas à décrire. Il n'appartient pas à mon sujet non plus de faire l'histoire de cette taille où, par la disposition des 64 petites facettes, les rayons de lumière qui tombent disséminés sur le cristal sortent fortement brisés et concentrés en un faisceau unique.

Autrefois la Hollande avait le monopole de cette industrie; après plusieurs tentatives et grâce aux efforts patriotiques de M. Roulina, à qui je dois aussi d'avoir pu mettre sous vos yeux les plus brillants spécimens des diamants du Brésil, elle est aujourd'hui en pleine prospérité en France.

Les photographies que nous projetons sur le tableau vous font voir la série des opérations nécessaires pour arriver à donner au diamant le plus économiquement possible une taille parfaite. Voici le cliveur qui, après avoir tracé un trait à l'aide d'un autre diamant sur la pierre d'où il veut faire disparaître une défectuosité, la frappe d'un coup sec et en détache un mince fragment parallèlement à des plans naturels de clivage bien connus de lui. Là, c'est l'ébruteur qui, frottant deux diamants l'un contre l'autre, ébauche la forme à leur donner; enfin vous voyez la meule animée d'un mouvement rapide de rotation couverte de poudre de diamant et sur laquelle l'ouvrier place successivement le cristal dans les positions qui correspondent aux 64 faces qu'il doit avoir.

Bien trop longtemps, j'ai retenu votre attention sur le diamant, à peine ai-je le temps de dire quelques mots d'autres minéraux du Brésil, auxquels par tradition j'ai conservé le nom de pierres précieuses. La mode en effet, depuis bien des années, a décrété qu'ils ne méritaient plus cette désignation, et si je ne savais pas que ses arrêts ne sont pas sans appel, je ne les aurais même pas nommés.

Les topazes, les béryls, les aigues-marines, les cymophanes, les grenats, l'améthyste et bien d'autres encore plus dédaignées qu'elles abondent autour du plateau central de Minas.

Les topazes, dont vous connaissez la couleur jaune ambré, mais qui fréquemment prennent naturellement des teintes rappelant celles du rubis, se rencontrent en abondance aux environs d'Ouro-Preto, capitale de la province de Minas-Géraès.

Cette ville peut être considérée comme le centre du district aurifère, comme Diamantina l'est de la région diamantifère. La ville doit son origine et son nom aux exploitations d'or au milieu desquelles elle est placée. Ses rues s'allongent

dans des ravins creusés pour poursuivre des filons aurifères; d'anciennes galeries lui servent de catacombes et d'aqueducs!

Dans ses faubourgs même, les topazes se mêlaient à l'or dans les sables des ruisseaux.

Sept ou huit carrières de ces pierres ont été exploitées au commencement du siècle, alors que, malgré leur couleur, ou peut-être à cause d'elle, la mode les avait adoptées.

Taillées comme le diamant, elles brillent, mais sans éclat; la lumière du jour ne leur est pas plus favorable que celle du gaz. Pourtant je crois que c'est dans leur abondance et leur valeur peu élevée qu'il faut chercher leur plus grand ennemi, car leur couleur chaude, gaie, est bien supérieure aux teintes vertes, bleues, presque ternes, d'autres pierres bien plus prisées qu'elles, mais aussi beaucoup plus rares.

Quelques travaux m'ont permis de retirer d'une seule des carrières, celle de Boa-Vesta, des quantités de topazes, dont celles que je mets sous vos yeux ne représentent qu'une faible partie.

J'ai reconnu en outre que dans ces carrières les topazes occupent de véritables filons, en relation avec l'éruption de certaines roches de cette région. Elles sont accompagnées d'une série de minéraux où nous retrouvons les oxydes de fer, les oxydes de titane, le quartz, l'euclase, satellites du diamant.

Le gisement de Boa-Vesta offre comme les autres, avec celui de Saô-Joaô da Chapada, la plus grande analogie, que leur situation au milieu des mêmes roches, au même horizon géologique, rend encore plus complète.

La formation des topazes par l'action d'agents fluorés dont elles contiennent encore des quantités considérables peut être considérée aussi comme certaine, surtout depuis qu'elle a reçu la sanction d'expériences synthétiques.

Les autres pierres colorées proviennent d'une région toute différente placée à 400 kilomètres à l'est de Diamantina. Pour l'atteindre nous n'avons qu'à descendre le cours du Jéquétinhouba, ou mieux d'un de ses affluents, l'Arrassuahy, qui prend sa source, comme lui, aux environs de Diamantina.

Pendant longtemps ses sables contiennent encore quelques diamants de plus en plus rares, puis remplacés par des grenats, les cymophanes, des béryls, des aigues-marines. La nature des roches change aussi; les micas, les schistes, les gneiss, remplacent les schistes et les grès et de nouveau nous pénétrons dans la région des forêts vierges. La ville d'Arrassuahy est le centre de ces gisements.

Comme pour les diamants de Diamantina, comme pour l'or et les topazes des environs d'Ouro-Preto, tous les cours d'eau, de Lufa, Urubu, Santa-Maria, Gravata, presque secs en été, roulent des sables formés presque uniquement des pierres colorées que j'ai signalées; souvent même ces dépôts s'étendent sur les rives et j'ai vu arracher un champ de maïs où les cailloux mélangés à la terre contenaient des améthystes et des cymophanes.

Je n'ai pas à faire l'histoire de ces pierres; les aigues-marines ne diffèrent des émeraudes que par leur couleur bleu verdâtre rappelant celle des eaux de la mer; fortement teintées, elles doivent certainement attirer l'attention, car si la lumière artificielle ne leur est pas favorable, celle du jour, au contraire, qui fait valoir si peu les feux du diamant, leur rend une certaine supériorité.

A côté, viennent les améthystes, bien humbles et bien modestes, dont la vogue d'il y a vingt années à peine, nous fait espérer pour elles de nouveaux succès. De toutes, la cymophane, à la couleur jaune de citron, aux reflets laiteux, dont la dureté est même supérieure à celle du rubis, a encore le plus de valeur; taillées, elles brillent bien peu, même dans un jet de lumière, et les courants électriques n'ont aucune action sur elle. A côté d'elles et en quantité énorme, se trouve un autre minéral de même couleur et avec qui on pouvait les confondre, le triphane. Sa faible dureté, ses clivages faciles, qui le font briser en fragments lorsqu'on veut le tailler, lui enlèvent toute valeur et toute utilité; mais, placé dans un tube de Crookes, il lance, comme vous le voyez, de magnifiques feux jaunes. Le gisement primitif de ces pierres m'a été facile à trouver; toutes sont placées dans des filons de quartz et de pegmatite, qui traversent les micaschistes et les gneiss. Elles sont accompagnées des mêmes minéraux, de fer oligiste, de rutile qui caractérisent les gisements de topazes et de diamants. Il y a là un point commun des plus intéressants à constater, d'autant plus que dans le plateau central de la France, en Sibérie, les béryls et les émeraudes, les topazes en Saxe, se trouvent aussi dans les mêmes roches et avec le même cortège de substances minérales.

Que ce soit entre eux que nous comparions les gisements de pierres précieuses du Brésil, que ce soit avec ceux des mêmes minéraux des autres contrées du monde, nous les trouvons toujours placés dans les mêmes conditions, accompagnés de substances ayant une origine commune, et comme eux, formés par l'intervention d'un petit nombre d'agents minéralisateurs toujours les mêmes. Ce n'est pas un effet du hasard. Dans ces actions géologiques qui se sont produites si loin de nous, il y a un ordre, une régularité, une simplicité qui nous permettent de penser qu'elles ont été soumises à ces mêmes lois de poids, de nombre et de mesure qui régissent les phénomènes physiques et astronomiques qui se produisent aujourd'hui sous nos yeux.

H. Gorceix.

HISTOIRE DES SCIENCES

L'insensibilité dans les épreuves par le feu.

Dans sa très intéressante conférence sur *les sorcières*, M. le docteur Regnard a rappelé que l'insensibilité aux souffrances était considérée au moyen âge comme une preuve de relations diaboliques.

Par une singulière contradiction de l'esprit humain, on attribuait alors, dans certaines circonstances, cette même insensibilité à l'intervention divine; et ce qui, dans un cas,

entraînait la mort de l'accusé, lui valait son acquittement dans l'autre.

L'épreuve par le feu, qui permettait au ciel de manifester l'innocence, paraît être originaire de l'Inde. Les antiques poèmes des Védas en font mention et les voyageurs la trouvent encore aujourd'hui en usage dans tout l'Orient. Les Grecs la connurent aussi : « Nous sommes prêts à manier le fer brûlant et à marcher à travers les flammes pour prouver notre innocence », s'écrient (Sophocle, *Antigone,* v. CCXCIV) les Thébains soupçonnés d'avoir favorisé l'enlèvement du corps de Polynice.

La première épreuve authentique de cette espèce que l'on trouve chez les chrétiens est rapportée par Grégoire de Tours (*De glor. confess.,* cap. LXXVI) au sujet de saint Simplice, évêque d'Autun. Ce saint, qui vivait au IVe siècle, avait été fait évêque étant marié. Sa femme ne put se résoudre à quitter son époux; elle résolut de vivre auprès de lui, mais dans la chasteté suivant les lois de l'Église, et continua à coucher dans la même chambre. La femme, ayant appris que les fidèles murmuraient en les accusant d'user du mariage, se fit apporter du feu en public le jour de Noël, et, l'ayant tenu dans ses habits pendant près d'une heure, le mit ensuite dans ceux de l'évêque, en lui disant : « Recevez ce feu qui ne vous brûlera point, afin qu'on voie que le feu de la concupiscence n'agit pas plus sur nous, que ces charbons n'agissent sur nos habits. »

Au commencement du IIe siècle, saint Brice, évêque de Tours, usa d'une pareille épreuve pour prouver son innocence d'un crime qu'on lui imputait.

A dater de cette époque, les chroniques nous en ont conservé de nombreux exemples ; on les emploie, non seulement pour découvrir les hérétiques, mais encore pour discerner les vraies reliques des fausses. Le concile de Saragosse, tenu en 592, ordonna qu'on ne vénèrerait que celles que le feu aurait respectées.

La multiplication de ces épreuves, dans la Gaule, tient probablement à l'influence des peuples conquérants chez lesquels cette coutume paraît avoir été établie depuis un temps immémorial.

Dans une addition que les rois Childebert et Clotaire firent en 593, à la loi salique, il est dit qu'un homme accusé de vol en sera jugé coupable, s'il se brûle à l'épreuve du feu (*Capit.,* t. I, p. 15).

En 630, sous le roi Dagobert, quand on réforma les lois des Alamans, des Bavarois et des Ripuaires d'après les idées chrétiennes, on laissa subsister la loi des Ripuaires qui portait que si quelqu'un est cité devant un juge, pour répondre de la faute de son serviteur, il sera jugé coupable si la main de son serviteur est endommagée par le feu (*Capit.,* t. I, p. 34).

En 819, Louis le Débonnaire ordonne que le serviteur qui, examiné par l'eau bouillante, se brûlerait, serait mis à mort.

Hincmar (*De div. Loth. et Thiet.*) raconte que la reine Thietberge, femme du roi Lothaire, accusée d'un inceste avec son père, prouva son innocence par un homme qui fit pour elle, en 860, l'épreuve de l'eau bouillante sans se brûler.

En 876, Louis, second fils de Louis le Germanique, établit ses droits sur la Germanie, droits que lui contestait son oncle Charles le Chauve, au moyen de trente hommes dont dix firent l'épreuve de l'eau froide, dix celle de l'eau chaude, et dix celle du fer rouge. Charles le Chauve, n'ayant pas voulu se rendre à ces preuves, marcha contre son neveu à la tête d'une armée, et fut complètement battu.

Il serait superflu de multiplier ces exemples qui devinrent de plus en plus nombreux, jusqu'à la fin du XIe siècle où les épreuves furent formellement condamnées par les papes Étienne V, Célestin III, Innocent III et Honorius III.

Nous allons indiquer maintenant comment on y procédait en général.

L'épreuve de l'eau chaude se faisait simplement en plongeant le bras dans une chaudière pleine d'eau bouillante, pour y prendre un anneau, un clou ou une pierre qu'on y suspendait. Il y avait des causes pour lesquelles on enfonçait la main jusqu'au poignet, d'autres jusqu'au coude. Il est même dit, dans les formules de saint Dunstan, qu'on enfonçait quelquefois la pierre jusqu'à la hauteur d'une aulne. Les roturiers faisaient l'expérience par eux-mêmes et les gens de qualité les faisaient faire par d'autres. Ceux qui se brûlaient étaient déclarés coupables, et ceux qui étaient préservés étaient déclarés innocents (*Capit.,* t. II, p. 654).

L'épreuve du fer chaud qu'on appelait le *jugement du feu* se faisait en diverses manières. Quelquefois on prenait à la main un fer rouge ou plusieurs successivement qu'on portait à une certaine distance. Le fer était ordinairement semblable à un soc de charrue, et s'appelait à cause de cela *Vomer*. La seconde manière était de marcher sur ces fers rouges, ayant les pieds et les jambes nues jusqu'au genou. On préparait tantôt six fers, tantôt neuf, tantôt douze, suivant la grandeur du crime imputé. En Danemark, on se servait d'une espèce de gant de fer rouge qui allait jusqu'au coude.

Ces épreuves se faisaient en présence de prêtres délégués par l'évêque et des officiers de la justice séculière. On obligeait ceux qui s'y soumettaient à se laver d'abord les mains, le bras ou les pieds, avec de l'eau fraîche, de peur qu'on ne les eût frottés de quelque substance capable d'amortir l'action du feu. Le prêtre jetait alors de l'eau bénite sur eux, prononçait des exorcismes et des bénédictions qu'on trouve dans les formules de Marculfe et de saint Dunstan (*Capit.,* t. II), et enfin leur faisait baiser le saint Évangile, puis l'épreuve commençait. Quand elle était finie, on enveloppait la main, le bras ou le pied avec lequel on avait touché le feu, dans un linge sous le scellé du juge, scellé qui ne devait être levé qu'au bout de trois jours (1).

Il n'est point facile de donner aujourd'hui une explication naturelle à tous ces faits ; nous sommes trop peu fixés sur les circonstances qui les accompagnaient. Il semble toutefois

(1) Brewster, dans ses *Lettres sur la magie naturelle,* dit que les membres étaient également recouverts et cachetés trois jours avant l'épreuve.

qu'on peut, en dehors des cas d'insensibilité hystérique signalés par le docteur Regnard, les rattacher à l'une des trois causes suivantes : diminution de la sensation de chaleur par l'évaporation à la surface de la peau ; insensibilité de la peau obtenue par des artifices préliminaires ; illusion sur l'intensité de la source de chaleur.

Relativement à la première de ces causes, tout le monde connaît les expériences de M. Boutigny, et c'est peut-être la hardiesse seule qui a fait défaut pour en découvrir des applications plus nombreuses. En voici une que rapporte le physicien anglais Davenport. Il a vu, dit-il, dans les chantiers maritimes de Chatham, un ouvrier plonger sa main nue dans du goudron bouillant. L'ouvrier retroussait la manche de sa chemise, enfonçait la main jusqu'au poignet dans le liquide et en retirait une certaine quantité, comme il l'eût fait avec une cuiller ; le goudron était complètement en contact avec sa peau qu'il essuyait ensuite avec de l'étoupe. Pour s'assurer qu'il n'y avait là aucun artifice, Davenport plongea lui-même son index tout entier dans le goudron bouillant et put l'y remuer quelque temps avant que la chaleur lui parût trop incommode. Les ouvriers lui affirmèrent que quelqu'un qui plongerait dans la chaudière sa main revêtue d'un gant se brûlerait très fortement.

Le fait suivant, dont Beckman, un autre physicien, a été témoin, tient à la fois à la première et à la seconde des causes précitées. Il y avait, en 1765, dans la fonderie d'Awerstad, un ouvrier qui, moyennant un pourboire, prenait dans le creux de sa main une petite quantité de cuivre fondu, puis la lançait contre le mur après l'avoir montré aux assistants. Il frottait ensuite fortement les doigts de sa main calleuse les uns contre les autres, les plaçait un instant sous les aisselles, pour les faire transpirer selon son expression, les passait sur une écuelle pleine de cuivre en fusion comme pour l'écumer et finissait par remuer vivement sa main en avant et en arrière dans la masse liquide. Pendant que ceci se passait, Beckman sentit une forte odeur de corne brûlée, bien que la main de l'ouvrier ne parût point endommagée.

Un siècle auparavant, un Anglais nommé Richardson avait provoqué l'admiration de ses contemporains, en faisant rôtir un morceau de viande sur sa langue. Il allumait un morceau de charbon dans sa bouche avec un soufflet, activait la combustion par un mélange de poix et de soufre, puis avalait le tout. Il empoignait un fer rouge avec la main, et en tenait un autre entre ses dents. Le valet de cet homme publia, en 1667, le secret de son maître ; ce secret consistait à se frotter les mains, la bouche, les lèvres et le palais, avec de l'acide sulfurique de plus en plus concentré. L'acide endurcit, et insensibilise l'épiderme qui finit par se détacher en lambeaux, quand on le lave avec du vin bien chaud : on procède ensuite de la même manière à l'insensibilisation de la peau neuve, jusqu'au point qu'on juge suffisant.

En 1809, un Espagnol nommé Lionetto parcourut toute l'Europe, en exécutant, en public, des tours encore plus étonnants. S'étant fixé à Naples, il excita la curiosité du professeur Sementini, qui s'attacha à l'étudier et qui, après de nombreuses expériences sur lui-même, nous a laissé les documents les plus positifs que nous possédions sur ce sujet.

Lionetto plaçait une plaque de fer rouge sur ses cheveux, et on en voyait aussitôt s'élever une vapeur épaisse. Il frappait avec un autre fer rouge sur son talon et sur la pointe de son pied, ce qui produisait également une vapeur dense et nauséabonde. Il plaçait entre ses dents un fer *voisin* de la chaleur rouge. Il buvait environ le tiers d'une cuillerée d'huile bouillante. Il plongeait rapidement le bout des doigts dans du plomb fondu et en mettait un peu sur la langue ; après quoi il portait un fer rouge sur cet organe qui était recouvert d'une couche grisâtre.

Quant à M. Sementini, il constata : 1° que les frictions avec l'acide sulfurique finissaient par rendre la peau insensible au fer rouge ;

2° Que l'on arrive encore à un résultat plus complet, par des frictions avec une dissolution d'alun évaporée jusqu'à ce qu'elle devînt spongieuse ;

3° Que l'insensibilité obtenue par l'un des procédés précédents est notablement augmentée par une série de frictions faites avec du savon dur, chaque friction, sauf la dernière, étant suivie d'un lavage à l'eau ;

4° Qu'on obtient l'insensibilité de la langue en l'induisant avec un onguent composé de savon et d'une solution d'alun, saturée à la température de l'eau bouillante. (L'huile bouillante répandue sur la langue ainsi préparée ne la brûlait point : on entendait un sifflement comme celui du fer qu'on éteint dans l'eau ; elle se refroidissait au contact de la solution et pouvait alors être avalée sans danger.)

M. Sementini remarqua en outre que Lionetto, pour faire constater aux spectateurs la haute température de l'huile, y jetait du plomb qui s'y fondait, mais qui, en se fondant, absorbait une partie de la chaleur de cette huile.

Il est fort possible aussi que les prestidigitateurs aient employé, au lieu de plomb fondu, des alliages fusibles à de très basses températures, comme celui d'Arcet ou même simplement du mercure, comme cela s'est pratiqué dans certaines initiations.

Un père de l'Église, saint Hippolyte, nous a révélé, dans un livre intitulé *Philosophumena,* d'autres trucs dont se servaient les prêtres païens.

« Voici, dit-il, comment le mage peut enfoncer la main dans un vase d'airain plein de poix qui paraît bouillante. Il met dans le bassin du vinaigre, du natron (carbonate de soude), et au-dessus, de la poix liquide. Le mélange de vinaigre et de natron jouit de cette propriété, que, dès qu'il reçoit la moindre chaleur, il agite la poix et produit des bulles qui montent à la surface et présentent les apparences de l'ébullition. Avant cette opération il se lave à plusieurs reprises les mains avec de l'eau salée, ce qui fait qu'il ne se brûle pas, quand bien même la poix serait en réalité très chaude. S'il s'oint les mains avec du myrte, du natron, de la myrrhe mélangés avec du vinaigre, et qu'il se les lave ensuite autant de fois avec l'eau salée, il ne se brûle point. Il ne se brûle point les pieds s'il les oint avec de la colle de poisson et de salamandre.

« Le mage souffle encore par la bouche du feu et de la fu-

mée; puis, après avoir placé sur un bassin plein d'eau une pièce d'étoffe, il jette sur cette pièce des charbons ardents qui la laissent intacte.

« Il exhale de la fumée par la bouche pendant un certain temps en mettant dans une noix du feu que l'on enveloppe d'étoupes et que l'on entretient par le souffle dans la bouche. Quant à l'étoffe qui est placée sur le bassin, et sur laquelle on pose des charbons ardents, elle ne brûlera pas à cause de l'eau salée qui est placée au-dessous (1). Cette étoffe doit du reste être imbibée auparavant d'eau salée et enduite ensuite d'un mélange de blancs d'œufs et d'alun liquide. Si à cette liqueur on a mélangé de la *liqueur de vie éternelle* (2), et que l'étoffe en ait été enduite longtemps auparavant, l'effet de cette composition la rend complètement incombustible. »

On remarquera le rapport de cette dernière recette avec celle que les expériences les plus récentes ont fait admettre pour les robes des danseuses d'opéra : sulfate d'ammoniaque pur, 8 kilogrammes; carbonate d'ammoniaque, $2^{kg},5$; acide borique, 3 kilogrammes; borax pur, 2 kilogrammes; amidon, 2 kilogrammes (ou dextrine 400 gr., ou gélatine 400 gr.); eau ordinaire, 100 kilogrammes.

Le truc des souffleurs de feu a joué grand rôle dans l'antiquité. C'est grâce à lui que le Syrien Eunus put renouveler en Sicile le soulèvement des esclaves (Florus, III, 19) et que Barchochébas prit le commandement des Juifs révoltés contre Adrien (Saint Jérôme, *Apol. con. Rufin*); tous deux s'en servaient pour faire croire à l'inspiration divine dont ils se prétendaient investis, l'un par la déesse de Syrie, l'autre par le Dieu d'Israel.

Voici comment opèrent aujourd'hui les bateleurs qui renouvellent quotidiennement le miracle dans les foires. Je tiens la recette de l'un deux.

Ils saisissent dans chaque main une poignée d'étoupes : la main gauche tient en outre, en le dissimulant, un morceau d'amadou enflammé. Ils commencent par prendre à la main droite avec les dents un peu d'étoupe qu'ils font semblant de mâcher, qu'ils imbibent de salive et qu'ils disposent avec la langue dans la bouche de façon à former une sorte de cuirasse contre la chaleur; puis, feignant de prendre de nouvelles étoupes à la main gauche, ils introduisent dans la bouche le morceau d'amadou enflammé sur lequel ils placent immédiatement, en mordant dans la poignée de droite, des étoupes sèches. Ils activent alors la combustion en soufflant avec la gorge; le courant d'air suffit pour empêcher leurs lèvres d'être brûlées.

J'ai répété l'expérience d'ébullition simulée décrite dans les *Philosophumena* en employant de l'huile au lieu de poix liquide; elle a produit une illusion complète. L'huile bout à gros bouillons en rejetant à la surface une écume blanche, sans qu'il soit besoin d'élever la température au-dessus de 30°.

Quant aux procédés d'insensibilisation, je n'ai essayé ni ceux qui sont décrits plus haut, ni les suivants qui sont donnés par Albert le Grand et les autres sorciers du moyen âge.

1° Prenez du jus de guimauve, de la semence de psillium en poudre et de la chaux ; mélangez le tout avec du blanc d'œuf et du jus de raifort. Vous vous en oindrez les mains et vous laisserez sécher; puis vous vous en oindrez une seconde fois, et alors vous pourrez toucher le feu.

2° Faites dissoudre de la chaux vive dans de l'eau de fève ; mélangez ensuite avec de la terre de Messine à laquelle vous ajouterez un peu de mauve et de glue; oignez-vous en ensuite et laissez sécher.

3° Oignez-vous les mains avec du fort vinaigre dans lequel on aura fait dissoudre du vitriol et ajoutez du jus de plantain.

C'est probablement à des recettes analogues qu'avaient recours les prêtresses de Diane Parasya en Cappadoce qui, au dire de Strabon (ch. XII), marchaient pieds nus sur des charbons enflammés, et les Hirpi, membres d'une tribu falisque, qui, suivant Pline (*Hist. anim.*, XII, 2) et Solin (ch. VIII), se faisaient exempter du service militaire en renouvelant chaque année le même miracle dans le temple d'Apollon sur le mont Soracte. De nos jours la secte arabe des *Aïssaouas*, exécute des tours au moins aussi étonnants que tous ceux dont nous avons fait mention ; il y a là un sujet d'études intéressant pour ceux qui s'efforcent de restreindre de plus en plus le domaine des faits réputés prodigieux.

A. de Rochas.

(1) Il faut que le linge repose sur la surface du liquide; le calorique ne fait alors que traverser pour ainsi dire la toile et se porte sur l'eau qui est meilleure conductrice.

(2) Peut-être du carbonate de cuivre ammoniacal; on connaît la magnifique couleur de ce liquide que les chimistes appellent *bleu céleste*. Les anciens pouvaient obtenir de l'ammoniaque en distillant du sang avec de la cendre.

REVUE D'HYGIÈNE

Assainissement des villes : évacuation des vidanges par les égouts ou par un système particulier ; débats à ce sujet de la Société de médecine publique de Paris. — Importation des viandes de porc salées provenant d'Amérique. — Isolement des contagieux dans les hôpitaux d'enfants. — Hygiène de la vue dans les écoles. — Création d'une direction de la santé publique en France.

Nous aurions voulu donner dans cette *Revue*, et c'est pourquoi nous l'avons quelque peu retardée, la conclusion du débat engagé depuis plusieurs mois devant la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle sur l'évacuation des vidanges dans les villes et en particulier à Paris; mais la discussion n'a pu se clore au cours de la dernière séance et de nombreux orateurs se proposent encore d'y prendre part. Cependant il nous semble qu'il convient de montrer le sens tout au moins de ce débat, en laissant, s'il est possible, préjuger dès maintenant ses résultats.

Lorsque cette importante Société entreprit d'examiner à quelles conditions doit satisfaire l'évacuation des immondices dans une aussi grande cité que Paris, elle résolut tout d'abord de distinguer à cet égard la maison, la voie publique et la banlieue, vers laquelle sont nécessairement portées toutes

les déjections. L'accord fut facile à établir en ce qui concerne la première partie de cette étude, et, à la suite d'un rapport présenté, le 21 novembre 1880, par M. le docteur Henri Gueneau de Mussy, on s'empressa de déclarer que « les vidanges ne séjourneront pas dans les maisons et en sortiront dans le plus bref délai ». Aujourd'hui, la Société se préoccupe du mode d'évacuation par la voie publique et elle est appelée à voter les propositions d'un rapport récent de M. Émile Trélat qui conclut ainsi : « En sortant du dernier siphon de la maison, les matières alvines doivent être directement menées à l'égout; la conduite d'apport doit être un tuyau fermé projetant immédiatement les matières dans le flot de l'égout; les matières doivent tomber à l'égout dans un courant d'eau suffisant pour y être diluées jusqu'à devenir inoffensives et pour être entraînées sans repos jusqu'aux débouchés extérieurs des grands collecteurs. »

Mais, d'autre part, voici que peu de temps auparavant la commission ministérielle nommée pour étudier les causes de l'infection de Paris, à la suite des plaintes très vives qui s'étaient élevées pendant l'été de 1880 et se renouvellent à cet égard chaque année pendant les mois de chaleur et de sécheresse, voici que cette commission est parvenue, par l'organe de l'un de ses rapporteurs, M. le professeur Brouardel, aux conclusions suivantes : 1° l'écoulement total des matières excrémentitielles à l'égout est inadmissible, parce que, en beaucoup de points, les égouts n'ont pas la pente nécessaire pour assurer une évacuation prompte et facile; le séjour de ces matières rendrait bientôt les égouts infects et le curage impossible; 2° sous le rapport de la salubrité, cette projection est spécialement dangereuse; la transmission des maladies contagieuses ne se fait pas seulement par l'eau ingérée, elle s'opère également par l'air; 3° de nombreux exemples démontrent que des épidémies locales de fièvre typhoïde ont eu pour origine les émanations provenant des fosses d'aisances, des égouts mal entretenus, desséchés ou à niveau variable; 4° on ne peut admettre que des matières fécales provenant d'individus sains ou d'individus atteints de maladies infectieuses (fièvre typhoïde, dysenterie, choléra) puissent pénétrer, circuler ou stagner dans les égouts de Paris sans danger pour la santé publique; 5° en s'appuyant sur les faits cliniques et sur les recherches récentes de pathologie expérimentale, on est autorisé à déclarer qu'il est imprudent de permettre un système de vidanges qui, en envoyant à l'égout les déjections des habitants de la ville, accumulerait, dans les conduits en communication avec la voie publique, des matières dans lesquelles se trouveraient les germes de diverses maladies contagieuses; 6° on ne peut approuver qu'un système de vidanges, par canalisation étanche, qui aurait pour effet de supprimer toute communication entre les matières excrémentitielles d'une part, et l'air ou les terrains environnants, d'autre part.

Telles sont les deux opinions bien tranchées qui se trouvent en présence devant la Société de médecine publique; de part et d'autre déjà, elles s'étaient fait jour dans plusieurs circonstances et notamment dans les rapports auxquels donna lieu l'étude des causes de l'infection de Paris, étude entreprise dans les conditions que nous rappelions tout à l'heure; on en peut trouver l'exposé principalement dans les quatre publications suivantes : *Rapports et avis de la commission de l'assainissement de Paris, instituée par arrêté du 28 septembre 1880*; *Observations des ingénieurs du service municipal au sujet des projets de rapport présentés par MM. A. Girard et Brouardel à la commission précédente, par M.* Durand-Claye, *rapporteur; Rapport à M. le préfet de police, par M.* Bezançon, *au nom de la commission spéciale du Conseil d'hygiène de la Seine pour l'étude des causes de l'infection de Paris; Rapports présentés à la préfecture de la Seine sur les égouts et les mauvaises odeurs de Paris, par M.* Marié-Davy.

Ainsi que M. Durand-Claye l'a si nettement établi, les causes de l'infection d'une grande ville proviennent des détritus de la vie journalière, ainsi que des procédés en usage pour l'éloignement de ces détritus et le traitement industriel dont ils sont susceptibles. Or ces détritus peuvent être rangés en trois groupes principaux : 1° les matières de vidanges; 2° les ordures solides, ordures ménagères, poussières, boues, neiges, crottins de la voie publique et des maisons; 3° les eaux d'égout comprenant les ordures liquides, eaux ménagères et eaux des ruisseaux avec une fraction plus ou moins forte de matières de vidange, théoriquement nulle dans les villes à fosses d'aisances ou systèmes analogues, comprenant la totalité des matières excrémentitielles dans le système anglais ou du tout à l'égout. Nous admettrons, dans ce qui va suivre, qu'on est arrivé à empêcher tout séjour de ces matières dans les maisons par la suppression des fosses fixes et par la projection immédiate en dehors de l'immeuble, ce n'est plus là le point actuellement en discussion; il est, en effet, résolu. Ce qu'il faut examiner maintenant, c'est le procédé par lequel on peut éloigner, faire disparaître ou neutraliser au plus vite toute cette masse riche en matières organiques, végétales ou animales, encombrant le sous-sol des chaussées et dont la décomposition ne peut s'opérer qu'en dégageant des gaz infects, sinon nuisibles dans la majorité des cas. M. Brouardel demande une canalisation étanche spéciale; M. Durand-Claye ne ferait aucune difficulté de charger de cette évacuation immédiate l'égout actuel, mais avec quelques aménagements particuliers faciles à réaliser. Le premier, à l'appui de sa manière de voir, incrimine le système des égouts, s'efforce de montrer leurs défectuosités et l'impossibilité de soustraire les matières qu'il s'agit d'évacuer à tout contact avec l'atmosphère; le second défend l'égout lui-même à ce point de vue, et s'empresse d'établir la difficulté et les dangers des appareils clos sur une aussi grande étendue.

Le point le plus délicat de ce débat, disons-le de suite, c'est assurément la question de savoir si les émanations provenant d'égouts chargés de transporter toutes les immondices et vidanges d'une ville peuvent être nuisibles à la santé de ses habitants. En envoyant toutes les déjections à l'égout, déclare M. Brouardel, les ingénieurs créeraient un vaste foyer de matières contenant des germes de maladies, car les matières qui y tombent peuvent stagner et séjourner longtemps; le

niveau de la couche d'eau dans chacun des branchements est d'ailleurs variable et, par suite, les parois sont couvertes de dépôts à des états divers de dessiccation; or, « comme l'air de la rue et celui de l'égout sont en communication constante, il en résulte un danger permanent de transport de ces germes dans les rues et dans les maisons. » Ces critiques sont assurément fondées lorsque l'on considère le réseau actuel des égouts parisiens, réseau non achevé (il en manque 400 kilomètres), dépourvu de la quantité d'eau nécessaire, mais qu'il va bientôt avoir, et qui n'a pas été établi pour un service aussi général; d'ailleurs, et l'on peut s'en convaincre par les essais déjà tentés dans certains endroits de son parcours, les modifications qu'entraînerait l'évacuation totale à l'égout sont faciles et n'entraîneraient que des dépenses très peu élevées pour assurer dans les galeries ici une pente suffisante, là une chasse d'eau complémentaire par siphons automatiques ou autres. Mais il importe surtout de le remarquer avec M. Émile Trélat dans son rapport, 260 000 mètres cubes d'immondices liquides sortent journellement de Paris par nos collecteurs; ces courants d'égouts, chargés de toutes sortes de détritus, recueillent au passage les débits souterrains des 15 000 chutes des diviseurs; ils roulent ainsi dans leurs eaux la vingtième partie des déjections alvines de la cité. Si on leur livrait le complément de ces déjections, c'est-à-dire les 1650 mètres cubes de vidanges actuellement charriées chaque jour aux dépotoirs, on augmenterait, cela n'est pas douteux, la souillure des eaux de drainage; mais cet accroissement serait si minime qu'il n'aurait, on peut l'affirmer, aucune influence appréciable sur l'état des égouts; si l'on représente en effet par 1 la souillure actuelle des eaux d'égout, la souillure des mêmes eaux surchargées des produits de tous les cabinets d'aisances de la ville serait représentée par le chiffre 1,0063; si les cabinets d'aisances étaient transformés en water-closets dépensant les quantités d'eau indispensables à la propreté et à la salubrité intérieure des habitations, soit 15 litres par jour et par habitant, ce chiffre deviendrait 1,0056 et il tomberait même à 1,003 si la ville avait réalisé les accroissements qu'elle poursuit dans son alimentation d'eau; enfin, si notre système d'égouts terminé bénéficiait des eaux de lavage et de chasse qu'il faudra lui assurer, cette proportion s'atténuerait encore jusqu'à 1,002.

L'air des égouts peut-il donc être ou devenir nuisible? La propagation des maladies zymotiques peut se faire par deux voies. L'eau ingérée et l'air respiré, objecte M. Brouardel, et comme les égouts doivent nécessairement contenir les produits azotés provenant des déjections des animaux sur les voies publiques, des usines, des eaux d'évier, etc., il y a lieu de se préoccuper que ces produits ne puissent servir de fumier, de bouillon de culture, en quelque sorte, aux germes des maladies contagieuses qui y seraient forcément introduits par leur mélange avec les vidanges. Au point de vue purement chimique, de nombreuses observations ont été faites à ce sujet; M. Wurtz, devant la commission ministérielle, a montré que, lorsque l'égout est bien ventilé et que les eaux n'y sont pas stagnantes, la quantité d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque libre est à peu près nulle, tandis qu'il n'en est plus de même, il est vrai, lorsqu'on intercepte toute communication avec l'air extérieur. Frankland a établi depuis longtemps qu'il n'y avait pas une différence très tranchée entre la composition des eaux d'égout des villes anglaises qui envoient tout à l'égout et celles des villes qui ont encore des fosses fixes. M. de Freycinet, dans son classique ouvrage sur l'assainissement des villes, admet que les liquides d'égout, même chargés des matières fécales fraîches, sans arrêt, sans fermentation, n'ont par eux-mêmes aucune odeur susceptible d'incommoder les habitants quand ils sont étendus de la quantité d'eau considérée comme le contingent obligé des villes modernes; il déclare qu'il est sans danger de ventiler largement les égouts, et qu'on peut même maintenir les bouches des rues toujours ouvertes ainsi que les portes d'accès et autres orifices pouvant offrir un libre passage à l'air, en ne les laissant pas parvenir au sein des demeures, mais les laissant s'échapper sur la voie publique; le mouvement même du flot liquide transmet l'agitation à l'atmosphère de la galerie, maintient ainsi une température modérée et fournit une quantité d'oxygène qui s'oppose à la fermentation putride. Comme le disait M. le professeur Vallin dans la *Revue d'hygiène* du 20 octobre dernier, l'égout ne verse dans la rue des gaz méphitiques que lorsque l'air de la rue n'a pu pénétrer librement dans l'égout.

Plus récemment, ce difficile problème a été resserré de plus près encore et l'on peut voir par les recherches de M. Miquel (*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*, 1881 et 1882), des docteurs Wernich (*Virchow's Archiv, t.* LXIX, p. 424), Rozsahegyi (*Zeitschrift für Biologie, 1881, p. 23 et* compte rendu du congrès de Vienne de 1881 *in Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege*, t. XIV, p. 56), Ferdinand Fischer (supplément au t. XIII de ce dernier recueil), etc., etc., et dans une revue critique de M. le docteur Zuber (*Revue d'hygiène*, t. III), que les gaz d'égout ne contiennent pas une quantité de microbes sensiblement différente de celle de l'atmosphère urbaine générale, que d'ailleurs le courant atmosphérique de l'égout est incapable, dans les conditions normales de l'égout, de se charger des microbes infectieux qui peuvent être contenus dans les matières excrémentitielles et enfin que le courant atmosphérique en question n'a ni la direction variable à chaque instant de la journée ni l'intensité qui lui ont été attribuées. Il y a dix jours, à la Société de médecine publique, M. Marié-Davy soutenait la même opinion. M. Miquel, dit-il, a démontré : 1° que de l'eau chargée de matières organiques arrivées au dernier degré de la putréfaction peut être évaporée presqu'à siccité sans qu'un seul des microgermes qui y pullulent soit entraîné par la vapeur; l'eau provenant de la condensation de cette vapeur a pu être recueillie à la dose de 100 grammes, elle était d'une odeur infecte, mais elle était absolument pure de tout miasme figuré; 2° de la terre humide mêlée à des matières animales en putréfaction ayant été traversée lentement par un courant d'air, cet air, avant son passage au travers de la terre, contenait des microgermes assez nombreux; après son passage il n'en contenait absolument

plus, non seulement il n'en avait pris aucun à la terre, où ils se comptaient par millions dans chaque centimètre cube, mais il lui avait cédé tous les siens ; il n'en était plus de même dès que la terre devenait sèche et pulvérulente. Or l'air des égouts est toujours voisin de la saturation, leurs parois sont toujours humides ; on n'y rencontre jamais de matière pulvérulente sèche, sinon dans quelques parties des collecteurs qui s'ouvrent largement à l'air extérieur ; enfin l'air y est généralement calme, malgré leurs nombreuses bouches et il est extrêmement rare que l'anénomètre puisse y donner des indications sensibles. De plus, les émanations qui proviennent des dépôts solides formés sur leurs parois ou qui se dégagent spontanément de leurs eaux autrement que par bulles venant crever à leur surface peuvent être odorantes, elles peuvent contenir des vapeurs de substances infectes, elles ne renferment pas de microbes. On comprend donc, ajoute M. Marié-Davy, pourquoi l'air des galeries d'égouts est toujours relativement pauvre en microgermes et d'autant plus pauvre qu'on pénètre plus avant dans leurs parties les plus reculées, quel que soit l'état de leur cunette. Pendant les six mois de l'été de 1880, M. Miquel a vu le nombre des bactériens faiblement osciller autour de 880 par mètre cube dans l'égout de la rue de Rivoli en amont de l'égout du boulevard de Sébastopol, tandis que dans la rue de Rivoli même, il variait de 350 à 1200 ; dans les salles de l'Hôtel-Dieu il a dépassé 6000 et peut s'élever à 25 000 et au delà dans les salles de la Pitié. Du reste, la commission municipale dont M. Marié-Davy était le rapporteur, examinant à la même époque les bouches des égouts de Paris, constatait que les bouches odorantes étaient disséminées dans toutes les rues au milieu de bouches non odorantes, bien que l'air y fût également ascendant, et les rues qui en contenaient le plus étaient généralement celles des quartiers populeux du centre ou du pourtour de Paris dans lesquelles aucune projection directe ou indirecte des matières fécales vertes n'a encore eu lieu.

Il manque évidemment à ces discussions une base solide et vraiment scientifique, suivant l'expression de M. Durand-Claye, à savoir la connaissance du microbe de la fièvre typhoïde ; tout repose à cet égard, fait remarquer M. Marié-Davy, sur des inductions qui peuvent être trompeuses et qui le sont certainement dans plusieurs des exemples cités jusqu'à ce jour ; il faut en effet reconnaître que chaque fois qu'on a suspecté des égouts ou des latrines dans la production de la fièvre typhoïde, il s'agissait toujours d'égouts ou de latrines en mauvais état, mal lavés, non ventilés, obstrués, où les matières restaient depuis longtemps en pleine décomposition ou bien lorsque les tuyaux s'étaient rompus soit à l'air, soit dans un puits dont l'eau avait été ingérée ; partout la maladie cessa dès que les réparations nécessaires furent faites à ces égouts et latrines et qu'ils furent remis en bon état. Nous ne relèverons pas les nombreuses discussions soulevées dans ces diverses circonstances, il suffit d'en signaler les résultats. Mais quelles que soient les analogies plus ou moins autorisées par la généralisation des découvertes de Pasteur sur les maladies microbiennes, on peut affirmer que la presque unanimité des hygiénistes, tant en France qu'à l'étranger, partage l'opinion que M. le professeur Arnould a résumée ainsi qu'il suit dans ses *Nouveaux éléments d'hygiène* : « Si la théorie de l'origine fécale de la fièvre typhoïde est vraie, les égouts sont précisément une protection contre l'envahissement des matières excrémentitielles et contre la répétition des épidémies typhoïdes. » La nécessité de ne pas prolonger outre mesure l'analyse que nous faisons ici, à un point de vue particulier, de cette question nous permet seulement de renvoyer, en ce qui concerne les manifestations toutes récentes de cette même opinion, au compte rendu du Congrès de l'Association allemande d'hygiène publique tenu à Vienne en 1881, compte rendu paru dans le journal bien connu de M. le docteur Varrentrap, au supplément consacré à cette question par M. le docteur Fischer dans ce même journal, et aussi, entre autres, au compte rendu du Congrès international d'hygiène de Paris en 1878, ainsi qu'au rapport de M. Durand-Claye sur l'assainissement des villes de Dantzig, Berlin, Breslau, rapport analysé dans la *Revue scientifique,* 1881, p. 268.

Partout donc, aussi bien en Amérique qu'en Europe et depuis longtemps, des efforts sont tentés pour protéger l'atmosphère urbaine, cet objectif capital de l'hygiène, suivant la remarque de M. Arnould, contre les souillures provenant des détritus de toutes sortes. Partout l'on s'efforce par un prompt écoulement et à l'aide d'un lavage incessant et abondant de les éloigner au plus vite de l'enceinte de la cité. Théoriquement, il est vrai, on peut s'imaginer une conduite spéciale dans laquelle, par le vide ou autrement, on peut faire circuler les matières et les projeter presque immédiatement dans des usines de réception ; pratiquement même, la chose a été réalisée notamment à Lyon et elle est en expérience à Paris, suivant un système imaginé par M. Berlier, présenté récemment à la Société de médecine publique et dont on peut lire la description dans le dernier numéro de la *Revue d'hygiène.* Nous n'oserions discuter un système sur lequel l'opinion ne peut encore être établie ; il faut le voir à l'œuvre sur une grande échelle ; mais il est toutefois permis de remarquer, que même en cas de succès, il s'agirait alors de créer dans tous les quartiers de Paris des conduits particuliers, de refaire en somme un réseau d'égouts n'ayant qu'une seule fonction à remplir ; nous ne saurions comprendre qu'une ville accorde à une compagnie particulière, sans y trouver le bénéfice auquel elle a droit, l'exploitation de ses détritus ; en outre, le maniement des appareils récepteurs placés dans chaque maison et sous chaque tuyau de chute est une opération bien autrement dangereuse que l'écoulement direct à l'égout, surtout s'il est prouvé, comme c'est l'opinion à peu près unanime dans tous les pays, que les égouts bien tenus, bien lavés et convenablement disposés, sont non seulement sans aucun inconvénient sur la santé publique, même lorsqu'ils transportent les matières fécales, mais qu'ils ont une influence des plus manifestes sur la diminution de la mortalité.

Il est enfin une autre considération qu'il est important de ne pas passer sous silence : quelque procédé qu'on em-

ploiera pour extraire dans des conduits séparés les déjections alvalines de toutes les maisons d'une ville, l'aspiration n'en sera aisée et l'exploitation rémunératrice — l'exemple du système Liernur, en Hollande, le prouve surabondamment — qu'autant que ces matières ne seront pas trop mélangées d'eau; on se trouvera donc forcément enclin à faire, comme on l'a dit, la guerre à l'eau; l'usinier y trouvera son compte et le propriétaire en diminuera l'usage pour diminuer en même temps sa taxe proportionnelle; or M. le docteur Napias le proclamait en quelque sorte de nouveau à la Société de médecine publique, tant qu'on n'aura pas supprimé les fosses fixes, tant qu'on n'aura pas un système de vidanges qui permette l'emploi de l'eau sans qu'il en coûte au propriétaire, on n'aura rien fait pour l'asssainissement des habitations insalubres si communes à Paris encore. La vidange à l'égout permet l'emploi et même l'abus de l'eau, ce moyen indispensable de la salubrité d'une ville; c'est pourquoi la Société de médecine publique terminera sans nul doute, dans sa prochaine séance, ces remarquables discussions par un vote en faveur du *tout à l'égout.*

Parmi les questions qui doivent également préoccuper les administrateurs des cités et les gouvernements, il en est une autre des plus graves : l'alimentation publique. C'est cette préoccupation qui se trouvait en fin de compte dans les débats assez passionnés auxquels a donné lieu tout dernièrement à la Chambre des députés, quelques jours avant à l'Académie de médecine, et antérieurement au comité consultatif d'hygiène publique, la prohibition des viandes de porc salées de provenance étrangère. On sait qu'il s'agissait surtout des salaisons américaines suspectes de renfermer en grand nombre des trichines, et l'on n'a pas oublié l'émotion considérable qu'avait suscitée, il y a un peu plus d'un an, la découverte de ces helminthes en quantités considérables dans les jambons qui nous sont envoyés en si grande abondance par les immenses usines spéciales installées aux États-Unis. A la suite de cas dûment constatés de trichinose, certains pays, l'Allemagne, l'Italie, etc., mais non l'Angleterre et la Belgique, ou bien avaient prohibé complètement l'importation de ces salaisons ou les avaient soumises, aux frontières de terre et de mer, à une inspection micrographique rigoureuse; en France, le ministre de l'agriculture et du commerce d'alors, effrayé de la responsabilité qu'il pouvait encourir, avait, malgré les avis du comité consultatif d'hygiène publique, prohibé l'importation de ces viandes jusqu'au jour où une inspection suffisante serait organisée. En attendant, il fallut bien installer un service spécial de micrographie au Havre pour examiner les viandes introduites par les marchés alors en cours. Mais l'on ne tarda pas à s'apercevoir que, malgré ces entraves, malgré cette prohibition, la consommation du porc salé ne diminuait pas d'un kilogramme en France, et que nos populations continuaient à s'en nourrir, mais sous d'autres marques; les jambons américains étaient d'abord envoyés en Angleterre, en Belgique, en Espagne, d'où ils arrivaient en France par les frontières de terre et découpés sous la forme de jambons d'York, de Mayence, de Bayonne, etc. Il fallait donc prendre d'autres mesures, si tant est qu'il fût nécessaire d'en prendre, car l'Académie de médecine, consultée sur ces entrefaites par une commission parlementaire et par le ministre, fit remarquer, à l'instigation de M. Bouley et après une assez vive discussion (*Bulletin de l'Académie de médecine,* séances des 21 et 28 février 1882, p. 130 et 160) : 1° que, depuis un assez grand nombre d'années, les viandes porcines de provenance américaine ou allemande sont entrées librement en France et ont été livrées à la consommation sans qu'elles aient été soumises à une inspection spéciale au point de vue de la trichine; 2° que, malgré l'usage très répandu qui a été fait de ces viandes, notamment dans l'armée et dans les grands centres manufacturiers et industriels, la trichinose, hormis une seule fois où elle procédait d'un porc indigène, n'a été observée dans aucune des régions de France, bien que son existence fréquente en Allemagne ait appelé sur elle, d'une manière toute particulière, l'attention des médecins; 3° que cette immunité dont jouissent nos populations à l'endroit de la trichinose se rattache, à n'en pas douter, à nos habitudes culinaires, la viande de porc n'étant généralement consommée en France qu'après avoir subi une température de coction qui n'est pas compatible avec la conservation de la vie des trichines; 4° qu'enfin une inspection microscopique efficace ne pourrait être que bien difficilement applicable à la masse énorme de 40 millions au moins de kilogrammes de viande porcine présentée annuellement aux points d'importation, et que, dans tous les cas, cette inspection ne saurait donner une garantie certaine de l'innocuité de ces viandes au point de vue de la trichinose, l'irrégularité de la dissémination des trichines ne permettant pas d'induire de leur absence dans un point qu'elles n'existent pas dans un autre. Aussi l'Académie a-t-elle été d'avis, à l'unanimité moins trois voix, qu'il n'est pas nécessaire de soumettre à une expertise micrographique les viandes porcines d'importation étrangère pour prévenir l'infection trichinosique chez les populations qui font usage de ces viandes, les habitudes culinaires des populations ayant été démontrées jusqu'à présent efficaces pour les préserver de cette infection, et qu'il suffit, pour les tenir en garde contre les dangers possibles de l'usage de la viande de porc consommée crue ou incomplètement cuite, de les leur signaler dans une instruction spéciale qui serait distribuée dans toutes les communes par les soins de l'administration. C'était là, au surplus, l'opinion exprimée déjà à plusieurs reprises par le comité consultatif.

Néanmoins, la Chambre des députés, qui se trouvait en présence de plusieurs propositions législatives, dont quelques-unes étaient manifestement inspirées par des préoccupations commerciales et locales, a décidé d'abord, par 229 voix contre 219, que les viandes de porc salées de provenance étrangère, répondant au type connu dans le commerce sous le nom de *Fully cured,* pourront être importées en France sur les points de la frontière de terre ou de mer qui seront déterminés par décret; mais, en outre, aux termes de l'article 2 de cette loi, au moment du débarquement, les importateurs devront faire constater que les viandes qu'ils se pro-

posent de livrer à la consommation répondent au type susdit, qu'elles sont saines, dans un état parfait de conservation, et que la salaison en est complète; cette constatation sera faite par des experts spéciaux. Quelques instants après, la Chambre aggravait encore cette disposition en adoptant, par 236 voix contre 214, un amendement portant que ces experts seront nommés par le ministre du commerce, qui aura le droit de prescrire tel mode d'examen qui lui semblera nécessaire. Le Sénat, il est vrai, sera appelé à examiner à son tour ces propositions, votées à une si faible majorité, avant qu'elles aient force de loi, et il tiendra assurément plus de compte des intérêts de l'alimentation publique, ainsi que des avis si formels des autorités compétentes; tout au plus, en cas d'épidémie de trichinose constatée, pourrait-on obliger, comme le faisait observer M. le professeur Bouchardat devant l'Académie de médecine, les marchands charcutiers ou autres à ne vendre que des salaisons de porc suffisamment cuites.

Il ne nous a pas paru inutile, sans insister davantage, de rappeler l'historique actuel de cette question, car on peut y voir le souci que les hygiénistes savent prendre, mieux que les administrateurs eux-mêmes, des véritables exigences de la santé publique, et avec quel soin ils s'efforcent de délimiter le terrain où la prophylaxie peut s'exercer sans entraver la liberté du commerce; l'on sait cependant combien on les accuse d'ordinaire de ne tenir aucun compte de cette considération.

Une réforme, sur laquelle il serait difficile aux hygiénistes de transiger et pour laquelle leur détermination ne saurait être trop entière, c'est celle que M. le docteur Marjolin réclamait de nouveau, à la séance du 25 avril, devant l'Académie de médecine: l'urgence de l'isolement des malades atteints d'affections contagieuses dans les hôpitaux d'enfants et le Dépôt des enfants assistés. (*Bulletin de l'Académie de médecine,* p. 458.) Eh quoi! ne peut-on s'empêcher de penser, après les revendications incessantes depuis tant d'années du corps médical des hôpitaux de Paris, après les discussions des Sociétés de médecine et d'hygiène depuis plus d'un demi-siècle, après les délibérations et les rapports des congrès internationaux d'hygiène, on n'a pas encore su, à Paris, réaliser partout l'isolement des enfants malades dans les hôpitaux et recevoir les enfants sains, que leurs parents malades sont obligés d'abandonner, dans des maisons saines. Parmi les nombreux exemples que M. Marjolin a donnés de cette grave négligence de l'administration et de ses conséquences, nous ne voulons citer que celui-ci: le 23 octobre 1881, une femme, accouchée l'avant-veille très heureusement de son quatrième enfant, entrait à l'hôpital Lariboisière pour une péritonite; ses trois enfants furent conduits au Dépôt, le 26 octobre, et en sortirent le 5 novembre. L'aîné avait quatre ans et demi, le second, trois ans et demi, et le plus jeune, deux ans; le 10, tous les trois tombèrent malades, et tous les trois succombèrent quelques jours après, après avoir présenté tous les symptômes du croup. L'enfant de la sœur de la malade mourut à son tour dans la nuit du 22 au 23 novembre. M. Marjolin put constater que tous ces enfants avaient bien contracté la maladie au Dépôt lui-même.

Nous trouvons aussi, dans une thèse récente de M. le docteur Béclère, que dans un seul des trois services des maladies aiguës de l'hôpital des enfants assistés, en 1881, par suite des communications constantes entre les salles, 119 enfants ont été atteints de rougeole, dont 52 cas contractés manifestement à l'hôpital, 43 dans le service même, 2 dans le service des teigneux et 7 dans celui des ophtalmiques; or, sur ces 52 enfants, la mortalité fut de 30 décès; soit 57,68 pour 100.

Ainsi, d'une part, dans les hôpitaux où l'on reçoit à Paris les enfants malades, l'isolement est encore à réaliser, et le Dépôt n'a pas cessé d'être une pépinière d'affections contagieuses, si bien que les enfants pleins de santé ou n'ayant que des affections légères, des blessures sans gravité, qui y entrent, en sortent en grand nombre, quand ils n'y succombent pas, atteints d'ophtalmie purulente, de variole, de scarlatine ou de diphthérie! Cependant, comme cela résulte des débats de l'Académie à la suite de la lecture de M. Marjolin, rien n'est plus aisé que d'établir une séparation absolue entre les enfants bien portants et ceux qui sont malades ou suspects, et quant à l'isolement des contagieux, l'exemple a été depuis longtemps fourni par ces magnifiques et si judicieux hôpitaux qu'a rappelés M. Léon Le Fort, les hôpitaux d'enfants de Saint-Pétersbourg et de Moscou, construits sur les indications de M. le docteur Ranchfuss; nous renvoyons pour leur description ceux qu'elle pourrait intéresser au tome Ier du compte rendu du congrès international d'hygiène de Paris en 1878, volume dans lequel M. Ranchfuss a fait lui-même cette description.

Nous n'ignorons pas, il est vrai, que de grandes améliorations ont été introduites depuis un certain nombre d'années dans le régime hospitalier spécial aux enfants, ainsi que le faisaient observer MM. Guéniot et Parrot; c'est ainsi que des salles d'isolement et même des pavillons ont été créés dans quelques services, quoique insuffisants; de grandes précautions ont été prises contre l'ophtalmie purulente si commune autrefois; l'alimentation au sein a été assurée pour tous les nourrissons, des nourriceries artificielles ont été organisées pour les syphilitiques, etc. La prophylaxie de l'ophtalmie purulente, et non son traitement pour lequel du reste les moyens ne manquent pas depuis longtemps, a été depuis quelques années l'objet d'efforts ingénieux qui paraissent réellement couronnés de succès; nous en trouvons notamment l'indication dans une lettre adressée par M. le docteur de Wecker à la *Gazette des hôpitaux,* et insérée dans le n° 44 de 1882 de ce journal; il avait pensé en effet qu'on pourrait détruire chez la mère elle-même cette affection si fréquente dans les Maternités, et il avait proposé de faire usage, pendant la durée du travail, d'injections vaginales désinfectantes; M. le docteur Haussmann, en même temps, pratiqua des injections d'acide carbolique à 2 pour 100 peu avant l'accouchement, ainsi qu'il nettoyait les paupières de l'enfant avant qu'il ouvre les yeux, avec un linge trempé dans cette même solution. Cette prophylaxie maternelle, dit

M. de Wecker, a été mise en pratique à la Maternité de Leipzig, et, tandis qu'antérieurement on y observait un nombre d'ophtalmies purulentes de 13,60 pour 100, la proportion tomba à 7 pour 100 après la désinfection vaginale, et elle disparut complètement avec la désinfection oculaire ainsi pratiquée.

L'enfant, à l'école, commence déjà cet apprentissage de la vie en commun qui aura une grande influence non seulement sur son éducation morale, mais encore sur le développement et l'entretien de sa santé; le milieu scolaire, comme on l'a appelé, expose en effet à tous les dangers inhérents aux agglomérations, et comme il exerce son influence sur des organismes aisément susceptibles, il exige une surveillance plus grande que tout autre. Parmi les divers points sur lesquels la surveillance sanitaire peut le plus utilement s'exercer, il n'en est pas de plus intéressants ni de plus importants que la prophylaxie de la myopie; nos lecteurs ont déjà pris connaissance ici même des travaux de M. le docteur Cohn (de Breslau) (année 1881), et de M. le docteur Javal (année 1881) à ce sujet; aussi pensons-nous devoir aujourd'hui faire connaître les prescriptions recommandées dans un rapport de M. le docteur Gariel au nom de la commission ministérielle de l'hygiène de la vue dans les écoles (*Imprimerie nationale*, 1882); ce remarquable rapport étant lui-même un résumé, c'est un certain nombre de ses passages mêmes que nous devons en partie reproduire.

Admettant que la myopie se produit chez les sujets prédisposés quand ils regardent de trop près leurs livres et leurs cachiers, et que c'est pendant les efforts d'accommodation faits pour distinguer des objets trop voisins, qu'un certain nombre d'yeux s'adaptent d'une manière permanente à la vision rapprochée, s'allongent et deviennent myopes pour toujours; la commission a examiné successivement les diverses causes qui, suivant elle, amènent les enfants à se pencher pendant le travail, à savoir un éclairage défectueux contraignant les enfants à se rapprocher pour mieux voir, un mobilier scolaire mal proportionné à leur taille, des méthodes d'écriture incompatibles avec une bonne attitude de l'écrivain, l'enseignement de l'écriture tel qu'il résulte de l'enseignement simultané de l'écriture et de la lecture, enfin l'emploi de livres imprimés trop fins.

Il est évident que le problème de l'éclairage est résolu quand il fait suffisamment clair à la place la plus sombre, et il est non moins certain qu'on ne peut compter sur l'éclairage de reflet envoyé par les murs du vis-à-vis, et que, pendant le jour, la source lumineuse est le ciel; la commission a pensé que l'éclairage est suffisant lorsqu'un œil placé à la hauteur de la table voit le ciel dans une étendue verticale d'au moins 30 centimètres, comptés à partir de la partie supérieure de la fenêtre. Quant à l'éclairage de nuit, il peut être très facilement obtenu, en grande abondance, comme il convient et dans les conditions les plus salubres à l'aide du gaz.

En ce qui concerne le mobilier, sans faire choix parmi les innombrables modèles, dont plusieurs excellents, qui ont été proposés pour les bancs, il importe d'adopter la distance horizontale dite négative entre le bord antérieur de ceux-ci et le bord postérieur des tables, et le dossier doit être incliné, ce qui exige un matériel à une ou deux places, à moins de donner de la mobilité soit au banc, soit à la tablette, pour que l'écolier puisse se lever.

C'est surtout la position prise par les enfants pour écrire qui a préoccupé la commission; pour prévenir la myopie, rappelle son rapporteur, il faut empêcher les enfants de regarder de trop près; or, dans toutes les classes qu'elle a visitées, la commission a constaté que les enfants se penchent beaucoup plus pour écrire que pour lire.

En France actuellement trois principaux systèmes d'écriture sont enseignés : l'enfant trace des caractères penchés en tenant le papier droit devant lui ou bien il tient le cahier devant lui, mais incliné à gauche; enfin, et c'est le cas le plus fréquent, son cahier est à droite, à peu près parallèle au bord de la table, le coude gauche étant avancé sur la table. On conçoit aisément que de telles attitudes vicieuses peuvent souvent amener des déviations rachidiennes assez prononcées, en même temps qu'elles sont une puissante cause de myopie; aussi, reprenant la formule imaginée par Mme George Sand, convient-il d'exiger *l'écriture droite sur papier droit, le corps étant droit;* le corps étant ainsi placé dans une symétrie parfaite, parallèlement au bord de la table, et le papier étant placé devant le milieu du corps, les déformations latérales seront bien moins fréquentes et la position normale de la tête devenant naturelle, le rapprochement continu de celle-ci vers le papier sera empêché.

Nous ne suivrons pas le rapporteur de la commission dans les considérations si judicieuses qu'il émet sur la nécessité de se garder d'enseigner simultanément l'écriture et la lecture aux tout jeunes enfants; il nous reste à rappeler ses vœux concernant les livres scolaires (voir à ce sujet le travail de M. le docteur Javal sur la lisibilité des caractères d'imprimerie, *Revue scientifique*, 1881, p. 802) : Les livres destinés à l'enseignement devraient être imprimés soit sur papier blanc, soit mieux encore sur un papier présentant une teinte jaunâtre ; de plus, les livres scolaires ne doivent pas être imprimés plus fin qu'en huit interligné d'un point; en d'autres termes, chaque ligne, avec son blanc, doit occuper en hauteur au minimum trois millimètres et un tiers ; il serait nécessaire également qu'il n'y ait pas en moyenne plus de sept lettres par centimètre courant du texte ; on devrait enfin refuser tout livre qui, éclairé par une bougie à un mètre, cesserait d'être lisible par une bonne vue à la distance de 80 centimètres. Pour les dictionnaires, tout en conservant la condition de sept lettres par centimètre, comme maximum, on mettrait des lignes d'une hauteur totale de 3 millimètres et sauf pour les livres de physique et de mathématiques qui exigent l'emploi de formules qu'il y aurait un inconvénient réel à diviser en deux lignes, la longueur des lignes ne devrait pas dépasser 8 centimètres. Quant aux cartes géographiques, la commission propose de déclarer qu'une carte posée verticalement à un mètre de distance d'une bougie devra être lisible par un œil normal à la distance minima de

40 centimètres; en ce qui concerne les cartes murales, il paraît impossible d'y inscrire des noms lisibles à distance. On peut lire sur ces mêmes recommandations relatives à la prophylaxie de la myopie scolaire, dans les numéros de janvier et février des *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, un important travail de M. le professeur Bertin-Sans (de Montpellier).

Cette même commission termine son rapport en appelant l'attention de l'administration sur l'importance de l'inspection médicale scolaire; celle-ci n'existe, chez nous, que dans quelques grandes villes et encore y est-elle faite par des médecins très aptes à vérifier si les enfants sont malades, mais très peu au courant des nécessités sanitaires auxquelles un établissement scolaire doit satisfaire, et ne pouvant exercer complètement une aussi lourde fonction pour laquelle une gratification dérisoire leur est donnée. Il en sera d'ailleurs ainsi tant que les diverses inspections touchant aux intérêts sanitaires ne seront pas réunies en un nombre limité de personnes dont on pourra, alors, exiger des garanties de savoir, et dont la situation sera telle qu'elle absorbera toutes leurs occupations. L'organisation de ces inspections devrait faire partie de l'organisation même de nos services sanitaires, telle que la réclamait dans sa séance du 8 février dernier la Société de médecine publique, à la suite d'un rapport de M. A.-J. Martin, en s'appuyant sur les considérations suivantes: les conditions dans lesquelles s'exerce aujourd'hui, en France, la médecine publique, ne répondent ni aux nécessités auxquelles elle a mission de faire face, ni aux efforts mêmes qu'elle n'a cessé de susciter et aux progrès actuels de la science sanitaire; elle ne recouvrera toute la puissance d'action qu'elle comporte qu'autant qu'un pouvoir compétent sera chargé, à tous les degrés de l'administration, d'appliquer les avis de commissions consultatives et ne pourra s'y soustraire; or cette réforme ne peut à cet égard procéder utilement et ressortir son plein effet que par la réunion préalable en un centre commun des services d'hygiène et d'assistance, constituant une direction de la santé publique, ainsi qu'en ont organisé la plupart des pays étrangers. M. Martin le prouve dans son rapport, nos institutions sanitaires actuelles, trop disséminées, pourraient être facilement unies, et posséder alors une liberté et une énergie d'action bien autrement considérables que celles qui, dans divers pays d'Europe et surtout aux États-Unis, donnent chaque jour de si précieux résultats. C'est là un sujet sur lequel nous aurons prochainement l'occasion de revenir en analysant diverses publications récemment parues dans ce même but.

ZOOLOGIE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. JOYEUX-LAFFUIE

Organisation et développement de l'oncidie.

Les mollusques qui constituent le groupe des *Oncidiadæ* sont, parmi les gastéropodes, ceux sur lesquels nous possédions le plus de notions inexactes ou incomplètes. Cela s'explique facilement, vu la difficulté que l'on éprouve à se procurer ces animaux. On sait, en effet, qu'il n'existe sur les côtes de France qu'une seule espèce signalée jusqu'ici en un seul point du littoral. Le besoin d'une étude d'un type pouvant ensuite servir comme terme de comparaison pour les nombreuses espèces que renferme le groupe se faisait sentir depuis longtemps. M. Joyeux-Laffuie est venu combler cette lacune en nous donnant une monographie complète et détaillée de l'oncidie (*Oncidium celticum*, Cuv.) vivant sur nos côtes.

Il est impossible de donner ici, même d'une manière succincte, une analyse complète de son travail; aussi, parmi les nombreux faits nouveaux qui y sont exposés, nous bornerons-nous à indiquer seulement les principaux, renvoyant pour plus de détails au mémoire lui-même (1).

L'oncidie vit sur les rochers battus par la vague entre haute et basse mer. La localité du *Port-Solidor*, près Saint-Servan, à l'embouchure de la Rance, signalée en 1832 par MM. Audoin et H. Milne Edwards, était la seule connue jusqu'ici sur les côtes de France. Les redoutables rochers des *Sept-Iles*, situés sur la côte septentrionale de la Bretagne; les récifs de *Duon*, près le laboratoire de Roscoff; la station balnéaire du *Conquet*, à la pointe Saint-Mathieu, et l'anse de *Morgate*, dans la baie de Douarnenez, sont quatre nouvelles localités découvertes en partie par M. de Lacaze-Duthiers, le savant directeur de la station zoologique de Roscoff, en partie par Ch. Marty, le gardien du laboratoire, et enfin par M. Joyeux-Laffuie lui-même, qui a observé l'oncidie dans ces différents points et qui nous donne des détails intéressants sur les mœurs et sur la manière de recueillir ces animaux ainsi que leurs œufs.

L'absence de mâchoire avait été donnée à tort comme un des caractères de l'oncidie, car on trouve dans le travail que nous analysons cette pièce chitineuse figurée et décrite, ainsi qu'une rectification de la formule dentaire. On rencontre également de nombreux détails sur la disposition et la structure des différentes parties du tube digestif.

L'oncidie se nourrit exclusivement d'algues (fucus, ulves, etc.), contrairement à l'opinion de M. Vaillant, qui pensait que la vase grisâtre connue sous le nom de *tangue* formait la base de son alimentation; l'estomac, en effet, comme nous l'apprend M. Joyeux-Laffuie, est rempli de grains

(1) *Archives de zool. exp. et gén.*, t. X, 1882.

de sable ; mais ce sont là des corps durs avalés par l'animal pour faciliter la trituration des aliments, comme cela se voit, du reste, chez d'autres mollusques et chez les oiseaux.

Le cœur et les principaux vaisseaux artériels étaient seuls connus. M. Joyeux-Laffuie rectifie quelques erreurs et donne une description du système veineux entièrement différente de celle acceptée jusqu'alors.

Deux sinus conduisant le sang de la cavité générale au prétendu poumon, d'où il se rendait à l'oreillette; telle était en quelques mots la circulation admise par tous les auteurs. M. Joyeux-Laffuie montre qu'il existe trois sinus longitudinaux recevant le sang de la cavité générale par trois séries longitudinales d'ouvertures en forme de boutonnière.

Le *sinus médian* permet au sang de passer de la cavité générale dans les nombreux sinus pédieux contenus dans le pied, et, inversement, des sinus pédieux dans la cavité générale, ce qui explique les volumes si différents et si variables que peut prendre le pied.

Des deux *sinus latéraux* partent de nombreux vaisseaux qui se dirigent vers la partie externe du manteau où ils se ramifient un grand nombre de fois en formant un réseau vasculaire très riche, à mailles étroites, surtout dans les papilles de la face dorsale (papilles branchiales). Le sang, après avoir traversé ce lacis vasculaire, se rend dans deux vaisseaux longitudinaux (vaisseaux branchio-cardiaques) qui se portent à l'oreillette. Tel est le trajet que parcourt la plus grande partie du sang contenu dans la cavité générale. Une partie beaucoup moins considérable se rend au rein qu'elle traverse, pour se jeter dans le vaisseau branchio-cardiaque gauche, et de là aller à l'oreillette.

Tout le tissu cellulaire, et en particulier celui qui entoure les vaisseaux, est bourré de concrétions qui avaient été prises pour des globules graisseux et qui ne sont, en réalité, comme le démontrent les réactions chimiques, que des concrétions de carbonate de chaux.

Les derniers auteurs qui se sont occupés de l'oncidie (MM. Vaillant, Fischer et Crosse) considéraient cet animal comme un gastéropode pulmoné. M. Joyeux-Laffuie démontre que l'organe décrit comme étant un poumon n'est autre chose qu'un rein; il donne à l'appui de son opinion des preuves tirées de la situation, des rapports, de la structure et du développement de cet organe, ainsi que des réactions chimiques que présentent les concrétions qu'il renferme. Cependant l'auteur ne se refuse pas à accorder à cet organe d'excrétion une certaine part dans la respiration, vu sa grande richesse vasculaire et le facile accès de l'air dans son intérieur, lorsque l'animal, laissé à sec par la marée descendante, rampe sur les rochers qu'il habite; mais il a soin de faire remarquer qu'il y a là simplement cumul physiologique, et il considère comme accessoire la part que peut prendre dans la respiration l'organe rénal, le véritable siège de la respiration étant la surface du manteau, et les nombreuses papilles branchiales qui la garnissent.

Chaque papille renferme, en effet, comme cet auteur l'indique, un vaisseau afférent et un vaisseau efférent réunis par un grand nombre de fines anastomoses situées à la périphérie, le centre n'en possédant jamais. C'est de tout l'animal la partie la mieux appropriée à cette fonction par sa richesse vasculaire et par son contact avec le milieu ambiant. M. Joyeux-Laffuie, en maintenant constamment pendant plus d'un mois un certain nombre d'oncidies dans l'eau de mer, sans qu'elles puissent venir en contact avec l'air libre, et sans qu'elles paraissent en être incommodées, nous donne une preuve expérimentale de la respiration aquatique de l'oncidie.

Parmi les organes excréteurs, outre la description du rein, on trouve encore celle de la glande pédieuse, qui est peu développée, et celle des glandes du manteau. Ces dernières, spéciales aux *Oncidiadæ,* avaient été figurées et décrites d'une manière inexacte. On trouve dans le travail que nous analysons plusieurs figures et une description montrant leur véritable structure.

Le système nerveux est étudié avec beaucoup de soin, la forme et les rapports des différents centres sont indiqués d'une manière précise, ainsi que les nerfs qui en partent. Toutes les descriptions de système nerveux d'oncidies données jusqu'alors étaient incomplètes et offraient un grand nombre d'inexactitudes.

La description de l'appareil reproducteur présente plusieurs faits nouveaux. Nous citerons entre autres la présence de deux glandes de l'albumine, la manière dont les éléments mâles se séparent des éléments femelles au niveau de la matrice, enfin comment les spermatozoïdes sécrétés par la glande hermaphrodite située à la partie inférieure de la masse viscérale arrivent à l'organe copulateur placé près du tentacule droit. Le canal déférent, étroit et fort long, se dirige vers le point où le vagin pénètre dans le pied; mais, loin de s'ouvrir au dehors, comme tous les auteurs l'indiquent, il continue son trajet dans l'épaisseur du pied et arrive ainsi à la partie céphalique de l'animal, près de l'orifice extérieur mâle. Là il reparaît de nouveau dans la cavité générale où il décrit plusieurs circonvolutions, et finalement s'ouvre sur une papille à l'extrémité invaginée de la verge.

Les spermatozoïdes n'avaient pas été observés; ils présentent une tête distincte en forme de fer de lance et une queue remarquablement longue.

Deux opinions avaient cours sur l'accouplement des oncidies. Pour M. Vaillant, l'accouplement est réciproque et a lieu entre deux individus seulement. Pour MM. Stoliczka, Fischer et Crosse, l'un des individus joue le rôle de mâle et l'autre celui de femelle, et un accouplement réciproque, disent ces auteurs, est impossible. M. Joyeux-Laffuie, dans le cours de ses recherches, a souvent eu occasion d'observer des individus accouplés et a pu ainsi vérifier l'exactitude de l'opinion de M. Vaillant, la seule qui doit être admise.

La ponte de l'oncidie était inconnue. M. Joyeux-Laffuie en

a recueilli un grand nombre et a pu ainsi étudier le développement qui était complètement ignoré. Après avoir, dans la première partie de son travail, étudié les différents organes, il les a pour ainsi dire suivis pas à pas dans leur développement et a pu ainsi acquérir des notions sûres et exactes sur leur véritable nature.

L'embryon, par ses caractères, diffère complètement des embryons des gastéropodes pulmonés et présente, au contraire, par son velum bien développé, par la forme de son pied, par sa coquille qu'il abandonne avant l'éclosion, etc., une ressemblance remarquable avec les embryons des gastéropodes non pulmonés.

L'organe larvaire désigné sous le nom de voile, au lieu de tomber au moment de la métamorphose, comme cela est indiqué chez beaucoup de gastéropodes pour différents auteurs, disparaît chez l'oncidie par simple rétraction, et si parfois on rencontre des cellules du bourrelet voilier libres à l'intérieur de l'œuf, c'est toujours chez des embryons malades qui ne sauraient atteindre leur complet développement.

Deux organes singuliers, que l'auteur est porté à comparer aux reins larvaires décrits chez les gastéropodés pulmonés, existent chez l'embryon et sont situés de chaque côté dans l'épaisseur des téguments un peu en avant du point où la tête se confond avec le manteau. Les nombreuses difficultés d'observation que l'on rencontre lorsque l'on veut étudier ces organes, font que de nouvelles recherches sont nécessaires et doivent être faites chez un grand nombre d'embryons d'espèces différentes pour pouvoir se prononcer d'une manière définitive sur leur structure et leur fonction.

Dans un chapitre de conclusions placé à la fin de son travail, l'auteur montre quels sont les rapports de l'oncidie avec les autres mollusques du groupe des gastéropodes.

Ne pouvant accepter les classifications des mollusques gastéropodes qui ont actuellement cours et qui ont pour base des caractères tirés de la circulation et de la respiration, l'auteur maintient, en attendant une classification plus naturelle, le groupe des *Oncidiadæ* parmi les gastéropodes pulmonés, entre les pulmonés terrestres et les pulmonés aquatiques.

Il pense que le véritable criterium, pour arriver à une classification naturelle des gastéropodes, doit être cherché dans l'appareil de l'innervation. L'idée n'est pas neuve : Ihéring a même déjà donné une classification. Malheureusement les données que nous possédons sur le système nerveux de la plupart des gastéropodes sont encore insuffisantes et ne permettent pas, pour le moment, de donner une classification qui ait quelque chance de succès. De nouvelles recherches sont donc nécessaires.

Somme toute, en se plaçant au point de vue général de l'histoire des mollusques gastéropodes, le mémoire de M. Joyeux-Laffuie, accompagné d'un grand nombre de planches, nous est très utile; car il nous fait connaître l'organisation et le développement d'un type aberrant, jusqu'ici peu étudié et mal connu. Nous ne saurions mieux terminer, pour montrer la juste valeur de ce travail, qu'en disant que c'est l'exposé de recherches faites de longue main par l'auteur dans les laboratoires de zoologie expérimentale de Roscoff et de la Sorbonne, sous la direction de son maître, M. de Lacaze-Duthiers, le savant zoologiste qui a tant fait pour le développement de la zoologie française, et auquel ce travail est dédié.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 24 AVRIL 1882.

Physique. — M. *P. Desains* a fait des recherches sur la distribution de la chaleur dans la région obscure des spectres solaires, et il croit qu'elle doit, comme la transmissibilité à travers l'eau, dépendre de la plus ou moins grande quantité d'eau dissoute dans l'atmosphère.

— MM. *Edm. Becquerel* et *Henri Becquerel* présentent un mémoire sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36 mètres de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année 1881.

On voit que la moyenne de l'année 1881, 11°,15, comparée à celles des deux années précédentes, est plus forte et se rapproche de celles des deux années antérieures, de 1875 à 1878, qui avaient dépassé 11°.

Ces tableaux, comme ceux des années précédentes, montrent que la marche de la température s'est effectuée en moyenne d'une manière à peu près semblable. A 0m,05 de profondeur, à six heures du matin, la moyenne de chaque mois est plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, sauf en février où l'inverse a eu lieu. A trois heures du soir, à la même profondeur de 0m,05, c'est l'inverse que l'on observe, excepté en octobre, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température, variant en moyenne de 0°,19 à 3°,55 sur la température observée sous le sol gazonné. En moyenne mensuelle, les excès se sont compensés à six heures du matin et à trois heures du soir, car il n'y a eu que 0°,04 de différence entre les deux températures annuelles, qui n'ont différé environ que de 0°,1 de la température moyenne annuelle dans l'air.

A partir de 0m,10 jusqu'à 0m,60 de profondeur, en moyenne générale, la température a été plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé.

— M. *de Chardonnet* a obtenu de curieux effets par la transformation actinique des miroirs Foucault appliqués à la photographie.

Une de ses expériences d'amphithéâtre consiste à photographier l'arc de la lumière électrique. On ferme la lanterne Duboscq avec un double miroir Foucault, et l'on projette, avec la lentille en spath et en quartz, l'image des charbons sur une plaque à la gélatine. L'impression est complète en quelques secondes, et elle est même instantanée avec une lentille à court foyer.

— M. *Mascart* signale une perturbation magnétique très importante qui s'est fait sentir en France pendant la plus grande partie de la semaine dernière.

Elle ne paraît pas s'être produite subitement; elle était,

pour ainsi dire, annoncée depuis plusieurs jours par une agitation presque constante de l'aiguille aimantée.

— M. *Alluard* décrit l'hiver de 1881-1882 à Clermont et au Puy-de-Dôme, dont les principaux caractères ont été la douceur de la température et la sécheresse.

Il note une nouvelle confirmation de la règle établie par l'auteur, il y a deux ans : « Toutes les fois qu'une aire de hautes pressions couvre l'Europe centrale et surtout la France, il y a dans nos climats interversion de la température avec l'altitude. »

— M. *Faye,* à propos de la communication de M. Alluard, fait quelques remarques : entre autres, qu'il ne serait nullement impossible d'instituer des mesures de distances zénithales réciproques et simultanées entre des signaux lumineux placés au mont Blanc et au Puy-de-Dôme.

Chimie. — M. *Lecocq de Boisbaudran* a étudié la séparation du gallium.

Les carbonates alcalino-terreux sont avantageusement remplacés par l'hydrate cuivrique qui précipite encore plus complètement Ga^2O^3 et n'entraîne pas l'oxyde de zinc. Le cuivre est ensuite aisément éliminé par l'hydrogène sulfuré ; il faut seulement que la liqueur soit très acide, afin d'éviter l'insolubilisation du gallium par le sulfure de cuivre. Le traitement par l'hydrate cuivrique s'opère à chaud, et on filtre au bout de quelques minutes. 1/6 de milligramme de gallium, dilué dans un litre de liquide riche en zinc, se retrouve sans perte notable; la sensibilité de la réaction est donc encore loin d'être épuisée; cela permet de répéter sans inconvénient l'opération deux ou trois fois, afin d'enlever les dernières traces de zinc et autres substances échappées aux lavages.

— M. *Fua* a fait un rapport sur un mémoire relatif aux propriétés hygiéniques et économiques du maïs.

Il désigne le maïs comme un aliment sain et des plus réparateurs, dont l'emploi ne saurait être trop répandu ; les reproches faits à cette céréale, au point de vue de l'hygiène, ne s'adressent qu'au maïs mal conservé et envahi par le verdet.

— M. *H.-E. Roscoe,* dans six expériences, a obtenu, pour 6gr,4406 de diamant, 23,6114 acide carbonique contenant 17,1708 oxygène.

En représentant l'oxygène par 15,96, le carbone devient 11,07.

— M. *A. Ditte* présente une note sur la décomposition des sels de plomb par les alcalis.

Lorsqu'on traite de l'hydrate d'oxyde de plomb par du chlorure de potassium, à la température ordinaire, la liqueur devient presque immédiatement alcaline, l'oxyde jaunit un peu et son volume augmente par suite de la formation des aiguilles d'oxychlorure.

— M. *H. Baubigny* signale l'action de l'hydrogène sulfuré sur la solution du sulfate de nickel, à froid.

Pour le zinc, la précipitation du sulfure est fonction de l'acidité relative de la liqueur et non pas du rapport des poids de l'acide et du *métal* en présence ; de telle sorte que, en étendant la liqueur zincique proportionnellement à la quantité d'acide libre, le zinc peut être précipité *seul et complètement* à l'état de sulfure.

— M. *Mailfert* communique les principaux résultats obtenus par l'action de l'ozone sur le soufre, le sélénium, le tellure, sur les sulfures et sur quelques matières organiques.

— M. *Th. Schlœsing* a donné quelques solutions sur l'absorption des corps volatils à l'aide de la chaleur, et il s'étonne qu'on n'ait pas songé à l'emploi de la chaleur, pour l'absorption des fumées des corps volatils. On a assimilé l'absorption de ces fumées à la condensation des vapeurs dans les appareils distillatoires et l'on a cherché à l'obtenir, comme celle-ci, par voie de refroidissement.

Il a appliqué la chaleur avec plein succès à l'absorption du carbonate d'ammoniaque dans deux industries différentes.

Il se propose de l'appliquer aussi au dosage de l'acide nitrique dans l'atmosphère.

— MM. *Ph. de Clermont* et *P. Chautard* étudient l'oxydation de l'acide pyrogallique dans un milieu acide.

La véritable formule de la purpurogalline est $C^{20}H^{16}O^9$.

L'oxydation de l'acide pyrogallique dans un milieu acide par l'azotate d'argent, l'acide chromique, le permanganate de potassium, est complexe, et le produit principal de la réaction est la purpurogalline.

Dans le cas spécial de l'oxydation du pyrogallol avec le permanganate additionné d'acide sulfurique, les produits qu'il nous a été possible d'isoler sont : la purpurogalline $C^{20}H^{16}O^9$, la pyrogalloquinone $C^{18}H^{14}O^8$ et un troisième corps dont nous n'avons pas encore établi la constitution.

— M. *Arm. Gautier* s'est occupé de la modification insoluble de la pepsine, et il s'est assuré que la pepsine soluble résiste à une suite de digestions successives ; il pense que la même propriété doit se retrouver, dans la pepsine *insoluble*, et pourrait lui permettre de la retirer en quantité des glandes stomacales.

Minéralogie. — M. *A.-Michel Lévy* décrit les noyaux à polychroïsme intense du mica noir.

A l'œil nu, au milieu des feuillets brillants de mica noir, on voit de nombreux petits grains verdâtres ou rosés et accidentellement du grenat et du mica blanc. L'examen microscopique spécifie ces divers minéraux : les éléments essentiels de la roche sont le zircon, l'apatite et le mica noir.

C'est autour des petits cristaux de zircon que se développent, dans le mica noir, de larges auréoles d'un polychroïsme tellement intense qu'elles varient du jaune pâle au noir opaque ; lorsque la section principale du polariseur est parallèle aux traces du clivage facile du mica, la lumière ne traverse plus ces noyaux, même en plaques de 0mm,01 d'épaisseur.

— M. *Couty* a déterminé l'action du permanganate de potasse contre les accidents du venin des Bothrops.

Il croit que le permanganate de potasse a été recommandé comme agent thérapeutique des accidents produits par les morsures des serpents venimeux sans preuve expérimentale suffisante, et qu'il n'est pas l'antidote physiologique du venin des Bothrops, puisqu'il ne paralyse pas son action, lorsque ce venin a pénétré soit dans le sang soit dans les divers éléments anatomiques des tissus.

Mécanique. — M. *de Saint-Venant :* Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice.

Zoologie. — M. *Fischer* étudie la faune malacologique abyssale de la Méditerranée.

En réunissant les mollusques de tous les dragages profonds (555 mètres à 2660 mètres), on obtient un total de cent vingt

espèces environ, mais dont une trentaine seulement peuvent être considérées comme abyssales. Toutes les espèces profondes de la Méditerranée se retrouvent dans l'Océan, sans exception. Il paraît donc démontré que la Méditerranée reçoit sa faune profonde de l'Atlantique, et qu'elle n'a pas été, pour celle-ci, un centre de création. Il resterait à examiner si la faune des couches supérieures, caractérisée par un grand nombre d'espèces localisées dans la Méditerranée, dérive aussi de la faune lusitanienne.

— M. *R. Kœhler* a fait quelques essais d'hybridation entre diverses espèces d'échinoïdées.

Les fécondations croisées sont donc possibles, et dans des limites très étendues, entre plusieurs espèces d'échinoïdées; de ce que les œufs d'une espèce sont fécondés par les spermatozoïdes d'une autre espèce et arrivent à l'état de Pluteus, il ne s'ensuit pas que la réciproque soit vraie. Ainsi les ovules du Spatangus sont parfaitement fécondés par les spermatozoïdes du Psammechinus, tandis que les ovules de ce dernier, soumis à l'influence du sperme de Spatangus, restent pour la plupart intacts, les autres arrivant à peine au stade blastula.

— M. *Ét. Jourdan* signale quelques points nouveaux de l'anatomie des Holothuries.

— M. *F. Mocquard* décrit les ampoules-pyloriques des crustacés podophthalmaires.

Dans la division pylorique de l'estomac, les parties alibiles des aliments se séparent de celles qui sont impropres à la nutrition. Les premières s'engagent dans l'espace étroit qui répond à la concavité des ampoules, pénètrent en se tamisant dans les canalicules et, presque immédiatement après en être sorties, subissent l'action du fluide biliaire; les dernières, au contraire, plus grossièrement divisées, restent dans la partie supérieure du conduit pylorique, d'où elles passent directement dans l'intestin.

— M. *L. Fourment* signale la vitalité des trichines enkystées dans les viandes salées.

Dans des salaisons préparées depuis *quinze mois au minimum*, les trichines ne se sont pas seulement montrées vivantes, elles ont pu promptement subir leur entière évolution dans le tube digestif d'un nouvel hôte et déterminer chez lui des accidents mortels.

Hygiène. — M. *de Lesseps* répond au mémoire de M. Fauvel sur les quarantaines à Suez, et il insiste pour reconnaître et déclarer, avec l'appui de documents nombreux, que les mesures quarantenaires dernièrement appliquées ont fait, inutilement au point de vue de la santé publique, un tort considérable au commerce dans la Méditerranée, aux paquebots venant de l'extrême Orient.

La moyenne de durée du transit des navires, qui était ordinairement de trente-neuf heures, s'est élevée, pendant la période quarantenaire, à soixante-sept heures. (Des navires postaux ont mis jusqu'à cent soixante-quatre heures pour passer le canal.)

Outre les dépenses considérables qui résultent de tels retards, il faut signaler l'impossibilité où se sont trouvés de nombreux navires d'arriver au port de chargement dans les délais d'engagement.

Mathématiques. — M. *Laguerre :* Sur les hypercycles.

— M. *Mittag-Leffler :* Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.

— M. *H. Poincaré :* Sur les fonctions fuchsiennes.

— M. *Ch. Méray :* Solution du problème général de l'analyse indéterminée du premier degré.

— M. *A. Ricco :* Les minima des taches du soleil en 1881.

REVUE DU TEMPS

Avril 1882.

Le mois d'avril dernier, sans avoir été très pluvieux, diffère cependant à ce point de vue des mois précédents de l'année qui étaient presque tous très secs.

En effet, depuis le commencement de novembre et surtout en décembre, janvier et février, la présence presque continuelle des fortes pressions sur nos régions empêchant l'arrivée de l'air chaud et humide de l'Océan, les pluies avaient été rares. Dans la période qui s'étend du 1er novembre au 1er mars, il n'est tombé à Paris que 87 millimètres d'eau au lieu de 130 qu'il en tombe ordinairement.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en avril 1882.

En mars, la hauteur de pluie était supérieure à la normale, mais elle était due surtout à quelques fortes pluies, l'ensemble du mois étant resté assez sec.

On pouvait déjà remarquer une tendance bien nette au retour du régime ordinaire, les hautes pressions étaient moins accentuées que pendant les mois précédents et les dépressions océaniennes étendaient davantage leur action sur nos régions.

En avril, le régime océanien a dominé, les trajectoires des dépressions se sont beaucoup abaissées, plusieurs d'entre elles ont traversé le sud des Iles britanniques et la plupart ont abordé l'Europe par le sud de l'Irlande ou l'entrée de la Manche.

L'une d'elles, peu intense et qui correspond à la lettre D sur la carte ci-contre, a traversé la France près de Paris, où le vent a tourné successivement du sud-ouest à l'est, puis au nord-est, enfin au nord-ouest; il est assez rare de voir une rotation rapide et aussi complète du vent à Paris, parce que les dépressions passent généralement au nord-ouest de la France. Le minimum barométrique 741 s'est produit vers trois heures, et il a été précédé d'un calme absolu entre quatre et sept heures du matin.

Le mois d'avril peut se partager en cinq périodes.

La première, du 1er au 4, n'est que la continuation de celle qui avait commencé le 30 mars.

Les basses pressions persistent sur l'Océan, mais leur centre se trouve sur le golfe de Gascogne.

De fortes pressions se montrent sur la péninsule scandinave et s'étendent à nos régions à partir du 4.

Du 4 au 12, s'écoule la *seconde période* du mois qui est la mieux caractérisée par les pressions élevées, les vents de nord-est, la sérénité du ciel, l'absence de pluies. Sous l'influence du calme de l'air et de la pureté du ciel, la température s'abaisse au-dessous de 0 dans la matinée du 4. Cette gelée, qui avait été précédée d'une gelée blanche, a fait de grands dégâts dans les jardins et les vergers.

En quelques points de la France, l'abaissement de la température a été notable. A Paris, il a atteint — 1°,3; à Nancy, — 2°,3; à Clermont, — 5°,0.

Le baromètre n'atteint pas pendant ce temps la hauteur de 770, contrairement à ce qui avait eu lieu dans les mois précédents pendant les périodes de hautes pressions.

Le 11, la pression diminue notablement sur la mer du Nord où se montre un petit centre de dépression (B). Un autre centre (B'), plus important que lui, visible déjà sur les cartes du 10, s'accentue sur la Méditerranée.

Le 12, avec l'arrivée d'une dépression (C) par l'Irlande, commence la seconde période du mois, qui est caractérisée par le trouble de l'atmosphère dans nos régions et par le régime des vents du sud-ouest ou de l'ouest.

En effet, pendant ces quelques jours, des dépressions passent constamment sur les Iles britanniques et sur la Manche; l'une d'elles (C), qui peut être considérée comme le tourbillon principal, se trouve, le 13, au large de Valentia, traverse les Iles britanniques du 14 au 15, continue sa route en diminuant d'intensité jusqu'auprès de Stockholm, où elle est accompagnée d'une violente tempête de neige.

Un second tourbillon (E) se montre, le 17, près de l'Écosse, franchit les Iles britanniques du 17 au 18 au matin, moment auquel nous le retrouvons sur la mer du Nord. Cette dépression amène des pluies très abondantes en France.

Quatrième période. — Le 19, un retour des hautes pressions par l'Espagne interrompt la période pluvieuse, les journées des 20 et 21 sont généralement belles et sèches en France.

Cinquième période. — Le 22, les basses pressions se rapprochent de nous et un centre de dépression (F) bien marqué se montre près de l'Écosse, traverse le sud de l'Angleterre le 23, et gagne la mer du Nord.

Une série d'autres dépressions (GH) suivent des trajectoires à peu près analogues jusqu'au 30, où la pression s'élève notablement, par un retour des hautes pressions par la Méditerranée.

Léon Teisserenc de Bort.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Archives de biologie. — *Alex. Foettinger* : Sur la structure des pédicellaires gemmiformes de *Sphaerichenus granularis* et d'autres échinides. — *Jules Mac Leod* : Recherche sur la structure et le développement de l'appareil reproducteur femelle des Téléostiens. — *Arnold Lang* : Sur les relations des Platychnes avec les Cœlentérés d'un côté et les Hirudinées de l'autre. — *Ussow* : Untersuchungen über die Entwickelung der Cephalopoden. — *P. Francotte* : Sur l'appareil excréteur des Turbellariés rhabdocœles et deudrocœles.

— Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris (août à décembre 1881). — *Topinard* : Goniomètre facial. — *Chudzinski* : Un cas d'atavisme dans la disposition des muscles fléchisseurs de la main. — *Vinson* · Sur une inscription celtibérienne récemment découverte. — *Corre* : Sur quelques crânes de criminels conservés au musée d'anatomie de l'École de médecine de Brest. — *Ledouble* : Sur les diverses variations du cleido-occipital chez l'homme. — *Manouvrier* : Recherches pour l'interprétation du poids du crâne et des caractères qui s'y rattachent. — *Hamy* : Rapport sur l'ouvrage de M. Béranger-Féraud, relatif aux populations du Rio-Nunez. — Sur les fouilles exécutées à Bollwiller, par MM. Delbos et Collignon.

— Revue des sciences naturelles (tome I, nouvelle série, fascicules 2 et 3). — *J. Thoulet* : Nouvelles observations sur la théorie des alignements métallifères à la surface du globe. — *Danielssen* et *J. Koren* (traduction de M. *J. Hérail*) : Études sur les Géphyriens recueillis par l'expédition norvégienne dans le nord de l'Atlantique. — *J. Foëx* : Mémoire sur les causes de la chlorose chez l'Herbemont. — *S. Jourdain* : Recherches sur le système lymphatique de la *Rana temporaria*. — *A. Sabattier* : De la spermatogenèse chez les annélides. — *L. Guignard* : Recherches sur le sac embryonnaire des phanérogames angiospermes. — *J. Thoulet* : Coup d'œil sur l'histoire des progrès de la minéralogie.

— Annales de chimie et de physique (mars 1882). — *Marcel Deprez* : Transport et distribution de l'énergie par l'électricité. — *W. Harkness* : Détermination de la parallaxe du soleil. — *Melsens* : Sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants, sur l'écoulement des solides et sur la résistance de l'air au mouvement des projectiles. — *H. Moissan* : Préparation et propriétés des sels de protoxyde de chrome. — *De Kokscharow* et *Descloiseaux* : Note sur les formes cristallographiques et sur la réunion de la vauquelinite et de la laxmannite. — *H. Morin* : Sur l'essence de *Licari Kanali* ou essence de bois de rose femelle.

— Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme (décembre 1881 et janvier 1882). — *De Nadaillac* : Les Mound-Builders.

— Archives générales de médecine (avril 1882). — *Lecorché* : De l'endocardite diabétique. — *Joal* : Des rapports de l'asthme et des polypes muqueux du nez.

CHRONIQUE

Reconstruction de la Sorbonne. — Il est ouvert, à la date du 1er mai 1882, entre tous les architectes français, un concours public pour la reconstruction et l'agrandissement de la Sorbonne (siège de l'administration académique, des facultés de théologie, des sciences, des lettres, etc.), sur le terrain situé entre la rue des Écoles, la rue Saint-Jacques, la rue Cujas et les rues de la Sorbonne et Victor-Cousin, et présentant une superficie totale de 19776m,50.

Ce concours sera clos le 30 novembre 1882.

Les clauses et les conditions de ce concours sont déterminées dans le programme susvisé en date du 15 avril 1882, qui restera annexé au présent arrêté.

Les documents nécessaires à la rédaction du projet seront remis contre récépissé, aux concurrents ou à leurs mandataires dûment autorisés, par le premier bureau de la division d'architecture (direction des travaux), tous les jours, de midi à quatre heures, du 1er mai au 1er septembre 1882, excepté les dimanches et jours fériés.

Les projets présentés au concours feront l'objet d'une exposition publique.

Ils seront jugés par un jury composé de :

Trois membres représentant le ministère de l'instruction publique;

Trois membres représentant le conseil municipal;

Trois membres représentant la préfecture de la Seine;

Trois membres représentant les professeurs des facultés;

Six membres élus par les concurrents.

Le présent arrêté sera publié et affiché dans les formes prescrites pour les actes administratifs.

Le gérant : Félix Alcan.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [729]

LA
REVUE SCIENTIFIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 19 13 MAI 1882

ANTHROPOLOGIE

SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE LYON.

M. CH. CORNEVIN

La domestication du cheval.

L'élucidation des questions préhistoriques présente tant de difficultés qu'il semble naturel de penser que les paléo-ethnologues, les anthropologistes et même les historiens doivent accueillir avec bienveillance tout ce qui peut y aider. Avec leurs méthodes, leurs points de vue particuliers, les diverses sciences se contrôlent, se complètent et s'éclairent mutuellement; leur alliance est nécessaire pour arracher au passé quelques-uns de ses secrets et faire jaillir les révélations sur l'enfance de l'humanité. C'est en comptant sur cette bienveillance que je me décide, moi dont la vie se passe à apprendre et à enseigner la zootechnie, à faire connaître quelques résultats, que je crois nouveaux et intéressants, sur la domestication du cheval.

Lorsque, par l'évolution de son esprit aiguillonné par la nécessité, l'homme préhistorique en arriva à chercher et à trouver dans les brutes qui l'environnaient des auxiliaires pour les luttes incessantes qu'il soutenait contre tous et contre tout, on peut affirmer qu'avec la découverte du feu et des métaux, celle de la domestication des animaux marque une des étapes les plus importantes dans la marche de la civilisation. Les documents paléontologiques et archéologiques nous apprennent que le chien a été le premier animal que l'homme ait domestiqué, soit par le manger, comme on peut le supposer d'après les marques qui se voient sur les os longs trouvés dans les Kjokkemmöddings, soit pour s'en faire un auxiliaire à la chasse et même à la guerre, ainsi que cela se voit encore chez quelques peuplades africaines. Jusqu'en 1865, les Mincopies mangeaient les chiens; à ce moment, un forçat birman leur apprit à s'en servir comme auxiliaires pour la chasse (E. Reclus). Puis sont venus les ruminants, moutons, bœufs et zébus, qui fournirent à l'homme viande, lait, toison, et un peu plus tard du travail. Mais la conquête la plus éclatante fut sans contredit celle du cheval. D'abord chassé comme gibier, il est dompté, apprivoisé, puis domestiqué; par sa possession, la force et la vitesse de l'homme sont décuplées; il peut aller au loin attaquer ses ennemis, les surprendre par la rapidité de son arrivée ou leur échapper facilement; il franchit les steppes, tourne les montagnes et les marécages, rayonne sur de vastes étendues, recherche pour ses troupeaux les meilleurs pâturages et pour lui les sites les plus convenables; les grandes migrations vont commencer et avec elles les grandes invasions et les guerres sanglantes!

Le point important est d'arriver à déterminer avec autant de précision que peuvent en comporter les questions préhistoriques, l'époque à laquelle s'est accomplie la domestication de l'espèce chevaline.

Deux choses me paraissent avoir été la cause des conclusions contradictoires auxquelles sont arrivées les quelques personnes qui se sont occupées du sujet : l'une est une question de langue, l'autre de méthode. La première se rapporte au sens qu'il faut attacher au qualificatif *domestique ;* la seconde aux moyens de voir si les ossements trouvés appartenaient, ou non, à des individus ayant subi la domestication.

Qu'est-ce qu'un *animal domestique?* Littéralement, c'est celui qui fait partie d'une maison, *domus,* qui est soumis à la domination d'un maître auquel il donne ses produits ou ses services, qui se reproduit dans son état de captivité volontaire, et donne naissance à des jeunes qui sont comme lui attachés à la maison et serviteurs du maître. L'idée de domestication comporte donc avec elle celle de propriété, de

quelque manière, d'ailleurs, qu'on ait entendu la propriété aux temps préhistoriques, qu'elle ait été collective ou individuelle, peu importe. Appliquée aux animaux, elle entraîne, outre la servitude volontaire, la possession de fonctions économiques spéciales utilisées par l'homme et la transmission aux descendants des propriétés acquises. La domestication ne peut s'effectuer que quand on a choisi des animaux doués de l'instinct de sociabilité et qu'on les a fait passer par les phases de l'apprivoisement et de la semi-domestication. Ce n'est point le moment de s'étendre davantage sur ces divers points, mais il était nécessaire de les indiquer pour bien marquer que la domestication d'une espèce nécessite, de la part de ceux qui l'entreprennent, un degré de civilisation d'autant plus avancé que l'espèce est plus farouche. C'est vraisemblablement pour ne point s'être trouvé à ce degré nécessaire, que les peuples de l'Afrique n'ont pas domestiqué le groupe des zébridés, si analogue à celui des caballins et qui aurait pu rendre les mêmes services, et c'est pour la raison inverse que nous allons voir par la suite de cette étude les peuples asiatiques les plus avancés en civilisation aux temps anté-historiques, accomplir l'œuvre dont nous parlons.

Ce premier point établi, arrivons à la question de méthode.

Pour reconnaître si un os trouvé dans un gisement préhistorique provient d'un animal sauvage ou d'un animal domestique, M. Rutimeyer, qu'il faut consulter en cette occasion, nousrecommande de nous guider : 1° sur le nombre des individus représentés dans le gisement; 2° sur la proportion des sujets âgés et des jeunes; 3° sur la présence ou l'absence de très vieux individus pour les espèces alimentaires; 4° sur les traces d'une sélection longue, quoique indirecte, prouvée par la diminution de toute arme naturelle nuisible à l'homme; 5° enfin par l'état du tissu osseux. Des cinq sortes de preuves indiquées, les quatre premières sont d'ordre subjectif, et n'ont par conséquent d'autre valeur scientifique que celle qu'on peut accorder à la méthode subjective elle-même. Et encore celle qui se base sur le nombre des animaux représentés perd de plus en plus de la valeur qu'on lui attribuait, à mesure que l'exploration de nouveaux gisements nous montre très fréquemment des restes d'animaux qu'on ne peut soupçonner d'avoir été domestiqués, comme l'hyène, le cerf, le mammouth plus nombreux que ceux d'animaux soi-disant domestiqués à cette époque. Reste l'examen du tissu osseux. Le professeur de Bâle dit que dans bien des cas il peut conduire à distinguer si les débris proviennent d'un animal sauvage ou domestique. Il existerait à la surface des os des animaux sauvages une nervure indescriptible, mais caractéristique pour un œil exercé, nervure produite par les impressions plus nettes des vaisseaux et par la rugosité plus grande des surfaces d'attache des muscles. Combien y en a-t-il parmi ceux qui s'occupent des questions préhistoriques, qui possèdent « l'œil exercé » qui est indispensable pour percevoir les nervures indiquées, et *surtout* pour ne pas confondre, sur des fragments isolés, la rugosité des surfaces d'attaches musculaires qui est le fait du sexe masculin avec celle qui a la condition sauvage pour cause? Poser la question, c'est faire comprendre immédiatement combien est sujet à revision le qualificatif *domesticus* si généreusement octroyé à plusieurs espèces de la période néolithique et même de la paléolithique.

Ce débat préliminaire vidé, nous rentrons dans notre sujet. Après avoir établi que le cheval n'a point été domestiqué aux âges de la pierre, mais à l'âge du bronze, nous nous attacherons particulièrement à mettre en relief la concordance qui existe entre l'usage du bronze, le culte du soleil et l'emploi du cheval domestique; nous rechercherons quel est, en Asie, le groupe ethnique qui peut être considéré comme ayant le *premier* domestiqué l'animal en question, et comment on l'a primitivement employé. Nous terminerons par quelques considérations générales qui ressortiront d'elles-mêmes du sujet traité.

Les nombreux gisements de chevaux quaternaires qu'on trouve dans toute l'Europe septentrionale et centrale, mais nulle part aussi abondants que dans la vallée de la Saône, depuis la naissance de la rivière presque jusqu'à sa fusion avec le Rhône, leur voisinage des stations humaines et la fracture des os ne prouvent et ne peuvent prouver que deux choses : l'abondance de l'espèce et son emploi comme substance alimentaire à ce moment. Aller au delà, c'est se départir de la rigueur scientifique. Ceux de l'époque de la pierre polie nous conduisent aux mêmes conclusions; *Rutimeyer*, qui a examiné avec sa compétence indiscutable les ossements d'Équidés des palafittes suisses de la première époque lacustre, affirme qu'ils ne proviennent pas de sujets déjà domestiqués. L'étude des tumuli des âges de *la pierre* et du métal est confirmative de cette conclusion. J. Lubbock (1) nous apprend que sur 297 tumuli fouillés dans la Grande-Bretagne, 18 seulement ont présenté des ossements d'équidés, et sur ce nombre, 12 renfermaient des objets en métal; 2, sans présenter de métal, ont montré les poteries de l'âge du bronze, 1 avait été déjà fouillé et vraisemblablement les objets métalliques avaient été enlevés. Il resterait donc trois tumuli dont l'âge serait douteux et qu'on pourrait peut-être rapporter à l'âge de la pierre. Et encore le fît-on, que ce ne serait point un argument en faveur de la domestication du cheval à cette époque : ce serait simplement une nouvelle preuve qu'on mangeait alors ce quadrupède, puisque les hommes de cet âge avaient la coutume de déposer des aliments près des cadavres, dans la croyance où ils étaient déjà que la mort n'est que la continuation de la vie.

Si de l'âge de la pierre polie on arrive à celui du bronze, on a, pour guider son raisonnement et conduire à des conclusions inattaquables, une preuve qu'on peut qualifier d'expérimentale et qui en a toute la valeur. Elle amène à conclure que c'est à cette période qu'a eu lieu la domestication du cheval. On trouve, en effet, datant de cette époque, l'objet qui en témoigne d'une façon irréfragable, le *mors*, l'instrument par excellence de la domination de l'homme sur le cheval, et dont la signification est si nette qu'il est devenu

(1) *L'homme préhistorique*, p. 157.

l'emblème de la servitude. Nous discuterons plus loin, à propos du mode d'emploi du cheval chez les peuples qui l'ont primitivement domestiqué, les objections qui pourraient être faites à la signification que nous donnons ici au mors ; pour le moment, disons que cette partie du harnachement a précédé toutes les autres, qu'elle paraît commune à tous les peuples primitifs, tandis que l'étrier, l'éperon, le fer ou l'hippo-sandale ne sont venus que postérieurement ou ont été longtemps, comme la ferrure, l'apanage de quelques nations. Cette circonstance, ajoutée aux enseignements qui ressortent de l'âge des gisements où il a été rencontré, lui donne une valeur de premier ordre.

I.

CONCORDANCE DE L'USAGE DU BRONZE, DU CULTE DU SOLEIL ET DE L'EMPLOI DU CHEVAL DOMESTIQUE.

Il est admis aujourd'hui, à peu près sans conteste, qu'aux temps préhistoriques l'usage du bronze, sinon le bronze lui-même, a été importé d'Orient en Occident, ou, plus exactement, d'Asie en Europe et en Afrique. Seraient-ce les Asiatiques, importateurs près des hommes de la pierre polie d'une civilisation supérieure et du bronze, qui leur auraient appris qu'il y avait mieux à faire qu'à chasser et à manger le cheval, mais qu'on pouvait l'utiliser comme moteur, ou les peuples autochtones, par le développement naturel de leurs aptitudes, y sont-ils arrivés seuls ? La réponse n'est pas douteuse : c'est au contact des Asiatiques qu'ils ont appris à domestiquer le cheval. M. Piétrement, dans son livre si intéressant sur les *Origines du cheval domestique*, et, avant lui, M. Pictet, dans ses *Origines indo-européennes*, ont établi par leurs travaux d'une façon définitive que les Aryas du plateau central de l'Asie connaissaient et utilisaient les services du cheval à une époque où l'Europe en était encore à l'âge de la pierre. Le fait de la domestication primitive du cheval en Asie me paraît hors de contestation. Tout au plus pourrait-on discuter la question de savoir si, dans leurs excursions en Europe et en Afrique, les Aryas ont amené avec eux le cheval, ou s'ils ont seulement dompté et appris à dompter ceux des pays qu'ils envahissaient. Au point de vue de la zoologie générale et de la discussion du polygénisme et du monogénisme, la question ne manque pas d'intérêt. Il est probable qu'ils ont fait l'un et l'autre. La Grèce, par exemple, est riche en équidés fossiles, et pourtant les habitants de cette région ne se sont servis du cheval que tardivement. La légende de Neptune donnant le cheval à Athènes lors de la fondation de cette ville, que Virgile nous rappelle dans sa première Géorgique :

> Tuque o, cui prima frementem
> Fudit equum magno tellus percussa tridenti,
> Neptune....

indique que le cheval monté, c'est-à-dire domestiqué, n'est pas venu par terre, d'Europe conséquemment, en Grèce, mais qu'il y fut importé par mer.

A côté des preuves de la domestication du cheval fournies par l'examen des restes trouvés dans les palafittes, dans les stations préhistoriques et dans les tumuli du bronze, apportons-en d'un autre ordre. Recherchons s'il est des peuples qui ne se sont servis du cheval que longtemps après leurs voisins, et voyons, dans le cas d'affirmative, si ces peuples avaient passé par un âge du bronze.

Les peuples qui ne se sont point servis du cheval en même temps que leurs voisins peuvent être divisés en deux groupes : ceux qui n'en étaient pas encore à l'âge du bronze quand le reste du vieux continent y était arrivé et l'avait même dépassé depuis longtemps, et ceux dont la civilisation ne le cédait en rien aux peuples voisins, si même elle ne la devançait pas.

Dans le premier groupe, on pourrait placer les sauvages modernes et mettre en évidence que les peuplades dites « non métalliques », comme les Boschimans, ne possèdent, ou, plus exactement, ne possédaient pas le cheval domestique au moment où elles ont été étudiées. Je les laisserai de côté, parce qu'on pourrait m'objecter que ce sont des groupes représentant non pas l'état primordial de l'humanité, mais une rétrogradation, ou bien encore, comme c'était le cas pour les peuplades océaniennes, qu'ils ne pouvaient posséder le cheval, attendu que cet animal ne faisait pas partie de la faune naturelle de leur aire géographique. Mais si, à l'aide des documents historiques, nous cherchons des renseignements sur les mœurs des peuples antiques, nous sommes frappés par la coïncidence de l'usage des métaux et du cheval, et inversement par l'absence de ce dernier chez les peuples non métalliques.

Tacite nous donne des renseignements très précis sur les anciens peuples du nord de l'Europe. Il nous apprend que parmi toutes ces nations guerrières déjà arrivées à l'âge du fer et qui combattaient à cheval ou en char, il s'en trouve une plus arriérée, celle des Fennes ou Finnois, qui ne possède pas de chevaux et qui n'a pour toute arme que des flèches armées d'os aiguisés : *Fennis mira feritas, fœda paupertas, non arma,* NON EQUI, *non penates. Victui herba, vestitui pelles, cubile humus ; sola in sagittis spes,* QUAS, INOPIA FERRI, OSSIBUS ASPERANT. (*Germania,* § XLVI.) La coïncidence n'est-elle pas frappante ?

Hérodote, de son côté, nous fournit des détails précieux sur les Éthiopiens aux cheveux crépus, qu'il recommande de ne point confondre avec les Éthiopiens d'Asie, dont les cheveux sont droits ; les premiers se nourrissaient de reptiles, avaient un langage guttural, étaient vêtus de peaux de panthères et de lions ; ils se servaient de flèches de roseau dont la pointe était un caillou aiguisé, ils avaient des javelines armées de cornes de gazelles aiguisées et des massues ; nulle part il n'est dit qu'ils connussent les chevaux, tandis que ceux d'Asie se coiffaient de peaux de têtes de chevaux avec les oreilles et la crinière. On fit combattre les premiers avec les Arabes, qui, eux aussi, ne possédaient pas de chevaux, mais qui montaient des chameaux. (Liv. VII, 69, 70, 87.) Et sur le sol africain, à côté des Éthiopiens autochtones, se trouvaient des peuples d'origine pélasgique, très habitués à se servir du

cheval ; c'étaient les Asbytes de la Libye, habiles à guider des quadriges ; c'étaient les Garamantes, qui chassaient en chars à quatre chevaux les Troglodytes éthiopiens. Or les recherches paléo-ethnologiques les plus récentes nous apprennent que ces peuples de sang asiatique ont passé par un âge du bronze dont on trouve des vestiges et des preuves dans l'ancienne Libye, en Tunisie et aussi en Algérie.

Passons à d'autres considérations. Y a-t-il parmi les peuples *métalliques* une nation dont l'histoire nous soit assez connue et offre assez de garanties de certitude pour que nous puissions avancer qu'à coup sûr elle n'a pas possédé le cheval dans les premiers temps de son histoire? Oui, ce sont les Hébreux. M. Piétrement, par une étude très serrée des livres de la *Genèse*, de l'*Exode*, du *Lévitique*, des *Nombres*, du *Deutéronome*, de *Josué* et des *Juges*, met hors de doute que ce n'est qu'à partir de David que le peuple hébreu s'est servi du cheval. Il serait oiseux de recommencer la démonstration qu'il en a donnée. A ma connaissance, on n'a fait d'objection un peu sérieuse à cette démonstration, qu'en s'appuyant sur le passage de la *Genèse* relatif à la prophétie de Jacob : « 17. — Que Dan soit un serpent sur le chemin, un céraste dans le sentier, mordant le pied du cheval, le cavalier tombe renversé. » Si l'on s'en tenait au texte, il serait la condamnation écrasante de l'opinion à laquelle je me rallie. Mais dans ces sortes de matières, ce qui importe autant que le texte, c'est la date et les circonstances dans lesquelles il a été écrit. Tous ceux qui se tiennent tant soit peu au courant de la critique religieuse de notre temps savent que la prophétie de Jacob a été pour les exégètes un véritable champ de bataille, comme d'ailleurs toutes les prophéties messianiques. Je ne suis point un exégète et ne veux pas me donner le ridicule de prendre parti dans une discussion pour laquelle la nature de mes études ne m'a pas suffisamment préparé. Je dois me borner à rappeler que l'école rationaliste allemande et française nie que le discours en question soit de Jacob, elle admet qu'il a été rédigé après coup, *post eventum*, et Heinrich, von Bohlen, Friedrich, Knobel et Davidson fixent la date de cette rédaction à l'époque de David. Si l'on se range à leur opinion, toutes les difficultés créées par le mot « cavalier » disparaissent, puisque nous admettons précisément que c'est à l'époque des rois qu'on a commencé à se servir du cheval comme monture. Mais même si l'on adopte l'opinion des docteurs les plus orthodoxes, qui soutiennent l'authenticité du discours de Jacob et l'attribuent résolument au patriarche dont il porte le nom, le 17ᵉ verset ne nous condamne point. Il suffit de se rappeler que Jacob avait beaucoup voyagé et surtout qu'il avait fait un séjour de vingt ans en Mésopotamie, contrée riche en chevaux et peuplée d'habiles cavaliers et conducteurs de chars. Rien d'étonnant donc à ce qu'il ait pu parler du cheval et du cavalier, et l'objection tombe.

M. Piétrement pense que Moïse a défendu l'usage du cheval au peuple hébreu, parce que, « pris comme un coin entre les puissants empires de l'Égypte et de l'Assyrie, il ne pourra conserver son indépendance qu'à la condition de vivre isolé dans ses montagnes inaccessibles, d'éviter toute relation avec ses puissants voisins... Il n'est donc pas étonnant que Moïse ait redouté pour les Israélites le gouvernement des rois et l'usage du cheval. Il craignait de voir se développer avec ces institutions, le goût des expéditions lointaines, les rapports avec les étrangers, un luxe ruineux dans un pays peu étendu, chez un peuple pauvre dont les principales richesses devaient consister en produits agricoles et en bétail. » Là n'est point, à mon avis, la véritable raison. Si les Hébreux ne se sont servis que tardivement du cheval, c'est parce qu'il était rare dans le pays et probablement regardé comme un animal immonde, ainsi que l'est encore, en Orient, le chien des diverses races, sauf le sloughi. Ce qui me le fait penser, c'est que les peuples contre lesquels combattirent les Juifs après leur sortie d'Égypte ne possédaient pas davantage le cheval que leurs agresseurs, bien qu'ils fussent étrangers à l'observance des lois de Moïse : Madianites, Iduméens, Moabites, Ammonites, Hagaréniens, peuples habitant au sud, à l'est et au nord-est de la mer Morte et à l'est du Jourdain, n'utilisaient pas cet animal.

Mais, tous ces peuples asservis, expulsés ou exterminés, une coalition des nations riveraines de la Méditerranée et du Nord se forme pour repousser l'envahisseur juif. Les coalisés possèdent le cheval, comme nous l'apprend le livre XI de *Josué* : « Ils sortirent donc et toutes leurs armées avec eux, un grand peuple comme le sable de la mer par leur multitude ; *il y avait aussi des chevaux et des chariots en fort grand nombre*. » Qu'étaient ces coalisés ? Des Phéniciens et des peuples pélasgiques que Josué poursuit jusqu'à Sidon après leur défaite.

Ainsi nous voyons, d'une part, des peuples occupant le centre de ce qui est la Palestine actuelle qui ne se servent pas du cheval et, d'autre part, les peuples qui confinent à l'Asie Mineure et qui habitent le rivage de la Méditerranée qui l'utilisent. Que nous dit la préhistoire quant à leurs rapports avec le bronze ? Que les Phéniciens le connaissaient incontestablement, puisque, d'après une hypothèse qui a eu et a encore quelques partisans, ils auraient été les seuls propagateurs de ce métal en Europe. Quant aux habitants du centre, ils ne le connaissaient point ou, plus exactement, ils n'ont connu le bronze qu'après d'autres métaux ; pour eux, l'âge du bronze, tel qu'on l'entend quand il s'agit de l'Europe, n'a pas existé. La preuve directe nous en est donnée par un explorateur de la Palestine, M. Pelagaud (1). « De l'âge du bronze, je n'ai absolument rien trouvé en Syrie et M. Pérétié, drogman général du consulat de France à Beyrouth, qui centralise depuis trente ans dans sa magnifique collection tout ce qu'on trouve dans le pays, m'a affirmé n'avoir jamais rien vu d'analogue aux antiquités de cette période trouvées en Occident, à Chypre, en Troade. Les plus anciens objets métalliques de la Phénicie paraissent être des pointes de lance et des poignards de bronze, peut-être l'*acinaces* d'Orient, conservée dans sa collection et de petites statues de bronze de sept à huit centimètres de hauteur, d'un modèle absolument informe et portant deux espèces de cornes sur la tête... Elles sont semblables à celles qu'on a trou-

(1) *La Prehistoire en Syrie*, p. 7

vées en Sardaigne et achèvent de démontrer l'origine phénicienne de ces dernières. » M. Pelagaud a confirmé, après M Lartet, l'existence en Syrie de l'âge de la pierre ; il relate aussi celle de l'âge du fer dénoncée par l'épée dite gauloise et des tumuli. Sans doute qu'aux temps historiques, les Hébreux et leurs voisins ont connu le bronze, puisqu'il est souvent parlé d'airain dans leurs livres sacrés. Mais ils ne l'ont connu qu'après d'autres métaux et notamment le fer et la connaissance leur en est venue du dehors. Une seule citation empruntée au livre des *Rois* va nous en convaincre : « Salomon avait fait venir de Tyr, Hiram qui était fils d'une veuve de la tribu de Nephtali, dont le père était un Tyrien qui travaillait le cuivre. Cet homme était fort expert, intelligent et savant, pour faire toutes sortes d'ouvrages en airain. »

On peut rapprocher le peuple égyptien du peuple juif, mais sa civilisation remonte à une époque si reculée et il se présente à nous déjà parvenu à un tel degré de développement que les enseignements que nous en pouvons tirer sont moins précis que pour les Hébreux. Les égyptologues s'accordent à dire que sur les monuments relatifs à l'ancien empire, on ne voit jamais le cheval; dans la représentation des combats ne figurent que des fantassins ; dans celle des travaux agricoles ou autres, on voit différents animaux domestiques, mais pas le cheval. M. Prisse d'Avennes est formel sur ce point et M. Chabas lui-même le reconnaît (1). On a cru pouvoir en conclure logiquement que les Égyptiens ne se servaient point de cet animal sous l'ancien empire et comme la première mention de son emploi se rapporte au règne d'Ahmès Ier, qui expulsa les Pasteurs et par lequel débute le nouvel empire, on en a inféré légitimement que c'est au contact des Hycksos ou Pasteurs qui les avaient envahis et qui sont d'origine aryane, que les Égyptiens ont appris à se servir du cheval. Il est vrai que M. Chabas s'appuyant sur ce qu'Ahmès Ier, avait non seulement des chevaux, mais encore des chars, en conclut qu'il y avait longtemps que les Égyptiens devaient se servir du cheval puisque le dressage des chevaux pour le char, leur attelage, la conduite des voitures, exigent de longs efforts et ne peuvent arriver que peu à peu. Ma conclusion est tout opposée : si de l'absence complète de chevaux sur les monuments ou dans les textes hiéroglyphiques on saute aux chars attelés, c'est qu'un peuple voisin, depuis longtemps possesseur du cheval et du char, en a indiqué l'usage aux Égyptiens et je viens de dire que ce peuple était d'origine asiatique.

Reste la question de savoir si l'âge du bronze a existé en Égypte. Sans doute que le sol de l'Égypte est jonché d'objets en bronze, sans doute que les hypogées nous en montrent beaucoup; mais comment démêler si le bronze est antérieur ou postérieur aux autres métaux avec lesquels on le trouve? L'étude la plus complète et la mieux faite que je connaisse sur les métaux en Égypte est de C.-R. Lepsius (2). Ce savant prouve que dès la plus haute antiquité les Égyptiens connaissaient l'argent qui pour eux était le plus précieux des métaux, l'or, l'électrum ou alliage d'or et d'argent, le cuivre et le fer. Ils connaissaient aussi le *xesbet* ou lapis-lazuli et, dès les premiers temps de l'ancien empire, ils fabriquaient un faux lapis, un lapis fondu et coulé en forme de briques et des verres coloriés en bleu. Ils possédaient aussi le *mafek* ou émeraude qu'ils avaient trouvé le moyen d'imiter en fabricant un verre vert. Lepsius fait aussi remarquer qu'on rencontre, dès la quatrième dynastie de Manéthon, des masses de granit travaillé, ce qui implique l'usage d'un métal plus dur que le bronze.

Je n'ignore point que des auteurs recommandables soutiennent l'opinion que l'Égypte a eu son âge du bronze, mais la question me paraît loin d'être résolue et je crains même qu'elle soit insoluble.

Une autre coïncidence qui m'a frappé par sa constance est celle qui me paraît exister entre le culte du soleil et l'usage du cheval. Il a été dit précédemment que les peuples de l'extrême Orient devaient être considérés comme ayant primitivement domestiqué le cheval. Au moment où les documents écrits nous initient à leur vie, nous les voyons adorateurs du soleil. Leur développement intellectuel est déjà tel qu'ils se sont affranchis des superstitions fétichistes et des terreurs imaginaires qui les engendrent, peu à peu leurs croyances se sont épurées, ils en sont arrivés au sabéisme, à l'astrolâtrie. Déjà, pour eux, l'esprit divin n'est plus synonyme d'Être méchant et terrible, c'est au contraire le principe de la vie et de la pérennité, il circule au ciel, c'est Indra, Mithra, Agni, Varouna, c'est le soleil. Le *Rig-veda* est plein des hymnes adressées à Agni, « le dieu aux splendeurs immortelles », illustre par sa naissance, célèbre par son char que traînent d'indomptables coursiers, le dieu unique et triple à la fois, naissant, resplendissant et mourant chaque jour et partant éternel. A ce dieu, le plus puissant de tous, on offre le plus beau, le plus noble d'entre les animaux domestiques, celui qui est « pur et sain », le cheval; son sacrifice, c'est l'Acwaméda.

Que si on passe en revue les autres peuples désignés comme cavaliers ou conducteurs de chars, on les trouve adorateurs du soleil ou du feu. Hérodote, nous parlant des Massagètes, les meilleurs cavaliers peut-être des temps anciens, nous dit : « Le soleil est le seul dieu auquel ils rendent un culte ; ils lui sacrifient des chevaux ; au plus rapide des dieux, ils offrent le plus rapide des êtres mortels » (l. I, 216). Les Scythes étaient polythéistes, mais au premier rang de leurs divinités se trouve Vesta, la déesse du feu. A leurs dieux, ils immolent toute espèce de bétail, mais surtout des chevaux. Ils enterraient ceux-ci avec le roi et l'année suivante, au jour anniversaire de la mort, ils en étranglaient cinquante qu'ils plaçaient autour du tombeau (l. IV, 61 et 71). Les anciens Perses, dont les enfants passaient leur temps à monter des chevaux, sacrifiaient au soleil, à la lune, au feu, à la terre, à l'eau et au vent. Ils sacrifiaient des bœufs, des chevaux,

(1) Chabas, *Études sur l'antiquité historique, d'après les sources égyptiennes*, 2e édit., p. 421.

(2) C.-R. Lepsius, traduit par W. Berend, *les Métaux dans les inscriptions égyptiennes*, dans la Bibliothèque de l'École des hautes études. 30e fascicule.

des chameaux et des ânes ou du menu bétail, selon leur fortune. Dans leurs croyances, la lèpre blanche était le résultat d'offenses au soleil. Les Assyriens et les Phéniciens, riches en chevaux et en chars, avaient, tout le monde le sait, le culte de Baal, le soleil. Les peuples scandinaves étaient dans le même cas ; le cheval joue un rôle important dans leurs légendes et le professeur Nilson a trouvé de nombreuses traces du culte de Baal en Scandinavie; il n'y a pas cinquante ans, la nuit qui précède le solstice d'été, la fête de Baal était encore célébrée en Scanie, dans toute la Norvège, presque jusqu'aux îles Loffoden.

Les habitants de l'Europe occidentale, Gaëls et Kimris, avaient de nombreux chars et chevaux. Rendaient-ils un culte au soleil? Laissons parler H. Martin : « Un génie plus puissant apparaît : c'est Belen, le guerrier aux cheveux d'or, le brillant Heol aux rayons de flamme, le roi-soleil qui réchauffe le cœur des braves, qui fait croître le blé, la vigne et les plantes salutaires au corps de l'homme affaibli par la souffrance... La plupart des dolmens et des alignements sont orientés vers le lever du dieu-soleil... Le nom de Bel ou Belen correspond au Bel ou Baal chaldéen et phénicien, comme Heol à Helios (1). »

Il n'y a pas lieu d'insister plus longuement; on adorait le soleil en Bretagne et en Gaule, et on lui offrait des sacrifices de chevaux qu'immolaient les Ovates. Ne serait-ce point en vue de réprimer toute réminiscence de ce culte qu'au XIe siècle de l'ère actuelle, l'Église catholique a défendu l'usage de la chair du cheval et l'a déclaré une pratique « exécrable » ?

Les Libyens, que nous avons vus excellents conducteurs de chars et de chevaux, « ne sacrifiaient qu'au soleil et à la lune », nous dit Hérodote (l. IV, 188).

Si nous examinons les pratiques religieuses des Juifs, nous voyons que ce peuple, qui ne se sert pas de chevaux, a en horreur le culte de Baal et ses livres sacrés sont remplis des imprécations de ses prêtres à son adresse. C'est un des grands crimes que puissent commettre les Hébreux. La coïncidence, bien qu'en sens inverse de ce que nous venons de voir, est bien nette et bien remarquable.

Il est également fort instructif d'examiner les rites égyptiens.

Si, comme nous l'avons admis antérieurement, ce sont les Hycksos qui ont fait connaître le cheval à l'Égypte, vers le milieu du moyen empire, quelles traces ont-ils laissées de leur culte au soleil ? Maîtres de l'Égypte, leur premier soin est de fonder une ville en l'honneur de l'astre du jour, Héliopolis. Ils font connaître aux vaincus leurs dieux solaires, Reshep, Baal, Bès et Set ou Soutekh (2). Ces Asiatiques sont toujours sabéens.

Mais où la question semble se compliquer, où nous paraissons perdre notre fil conducteur, c'est que les Égyptiens de l'ancien empire étaient aussi des adorateurs du soleil. Depuis le moment où nous pouvons fouiller dans leur histoire, nous les trouvons en possession de l'idée abstraite de la divinité comprise à la façon asiatique, symbolisée par le soleil. On ne peut s'empêcher de penser qu'ils ont dû allumer le flambeau de leur civilisation et de leurs croyances dans l'extrême Asie : « Le soleil offrait un symbole vivant de l'éternel renouvellement de la divinité, puisqu'il meurt chaque soir pour renaître chaque matin. Toute la mythologie égyptienne réside dans ce qu'on peut appeler le drame solaire; il se compose de plusieurs actes qui sont la naissance de l'astre à l'orient, son parcours diurne, sa disparition à l'horizon occidental, sa traversée nocturne de la région infernale et sa réapparition à l'orient. A chaque acte de ce drame, le dieu change de nom sans rien perdre de son individualité et de sa toute-puissance » (Pierret). Ammon, Ra, Anhour, Shou, Osiris, Ptah, autant de noms divers pour représenter la même idée, le soleil.

Mais si l'idée est la même idée en Asie et en Égypte, la représentation matérielle de la divinité et le rite sont bien différents. En Asie, le dieu Soleil est dans un char traîné par des chevaux; on lui offre des sacrifices de chevaux. En Égypte, son image, c'est le taureau, c'est l'Apis sacré de Memphis et d'Héliopolis, emblème de la vigueur et de la fécondité, ce sont des bœufs qui tombent sous le couteau des sacrificateurs. Dans les sépultures, près des momies, ces témoins de la croyance égyptienne en un *devenir* au delà du trépas, on trouve des ossements de bœufs; jamais il n'est question de chevaux.

En conclure que le cheval n'était pas *utilisé* en Égypte au temps de l'ancien empire, n'est pas suffisant : il faut aller plus loin. Puisque l'étude comparée des religions et les notions anthropologiques, d'une part, nous montrent les Égyptiens venus d'Asie, comme, d'autre part, ils se révèlent à nous, d'emblée, possesseurs d'une civilisation avancée, il me semble permis de conclure qu'au moment où ils se sont séparés de la souche primitive, du tronc promalais, celui-ci en était au sabéisme ; il possédait des métaux et quelques animaux domestiques, mais il n'avait pas encore soumis le cheval; ce n'était pas encore l'animal attaché au char symbolique de la divinité solaire, ni l'offrande la plus précieuse qu'on pût lui présenter : ce rôle était rempli par le bœuf. Les choses qui tiennent au culte sont trop fidèlement conservées et répétées pour supposer qu'une modification aussi grande que celle de la substitution du bœuf au cheval dans le rite se soit accomplie pendant le trajet de l'Asie à l'Égypte. Et la zootechnie fournit une preuve, que seule elle pouvait donner, du transport en Égypte du bétail asiatique par les émigrants qui vinrent s'établir sur les bords du Nil. On voit, en effet, sur des peintures relatives à la IVe dynastie, la représentation de *vaches sans cornes* dont on a lié les jambes afin de pouvoir les traire. Or d'où est originaire la race bovine sans cornes? De l'extrême Orient. Dans leur exode, les anciens Égyptiens ont donc amené avec eux du bétail de leur patrie primitive; ce bétail s'est fondu peu à peu dans le bétail autochtone à longues cornes et, à partir du moyen empire, on ne voit plus que celui-ci dans les représentations écrites, peintes ou sculptées.

(1) H. Martin, *Histoire de France*, 4e édit., t. I, p. 53.
(2) Voy. P. Pierret, *le Panthéon égyptien*, p. 46 et suiv.

Ce n'est donc qu'après le départ des Sémites, mais avant celui des Aryas, que le groupe promalais a domestiqué le cheval et en fit l'offrande la plus agréable à la divinité. Nouvelle confirmation de la haute antiquité du peuple égyptien, nouvelle preuve de la domestication relativement récente du cheval et témoignage que la race noire, qui primitivement occupait les bords du Nil et fut refoulée vers l'intérieur, ne se servait pas non plus de cet animal, car les envahisseurs n'auraient pas manqué de leur emprunter l'usage d'un tel auxiliaire.

Il m'a été fait une objection à laquelle je dois répondre. Il se pourrait, m'a-t-on dit, que les anciens Égyptiens eussent connu le cheval; mais que le climat, ayant peut-être quelque analogie avec celui de l'Arabie Pétrée où, aujourd'hui encore, le cheval est fort rare et assez chétif et n'étant pas favorable à son élevage, ils y eussent renoncé de bonne heure pour y revenir plus tard. L'hypothèse d'un changement de climat accompli dans l'intervalle de 3000 ans qui, d'après Manéthon, sépare la Ire dynastie de la XVe, peut se soutenir; mais ce n'est qu'une hypothèse. Puis, l'on voudra bien m'accorder qu'il est assez étrange de supposer que le cheval n'a pu vivre où le bœuf prospérait. D'autre part, si l'on tient à la comparaison avec l'Arabie Pétrée actuelle, je ferai remarquer que si, en effet, le peuple n'y possède pas le cheval, les chefs se font, au contraire, un point d'honneur de l'entretenir. Il est peu probable qu'il en eût été autrement chez les Égyptiens et nous le saurions, puisque les hypogées nous rendent spécialement les restes des grands.

Quant à l'objection que les Égyptiens ne se sont pas servis du cheval parce qu'il n'existait point en Égypte lors de leur arrivée et qu'il n'y a été amené que tard, je n'ai, pour y répondre, qu'à rappeler que les paléontologistes nous affirment que les ossements d'équidés ne sont pas rares dans le quaternaire égyptien. Il ne reste donc qu'à supposer ou que les paléontologistes ont confondu les restes de l'*Eq. asinus* avec ceux de l'*Eq. caballus,* ou bien qu'une catastrophe analogue à celle qui a détruit tous les chevaux américains a anéanti également ceux d'Égypte. Or, en matière scientifique, on est obligé de tenir compte des faits, mais point des suppositions.

II.

CONJECTURES SUR LE GROUPE ETHNIQUE QUI AURAIT PRIMITIVEMENT DOMESTIQUÉ LE CHEVAL.

Si le cheval existait en abondance en Europe aux âges de la pierre et constituait un gibier auquel les peuplades autochtones faisaient une chasse acharnée et fructueuse, nous savons maintenant que ce sont les peuples asiatiques, envahisseurs de l'Occident, qui firent connaître, entre autres choses, le merveilleux parti qu'on en pouvait tirer comme moteur et comme monture. L'histoire de la civilisation est d'ailleurs pleine de faits analogues. La vigne, par exemple, existait chez nous à l'état fruste et spontané, et pourtant elle ne fut utilisée que tard ; il fallut l'implantation des Phocéens au sud des Gaules pour qu'on apprît à extraire le vin de son fruit.

Jusque dans ces dernières années, en s'appuyant surtout sur la linguistique et l'histoire comparée des religions, on considérait les plateaux de l'Asie centrale, centre de dispersion des peuples aryas qui irradièrent sur l'Asie septentrionale, l'Europe et les côtes d'Afrique, comme la zone d'où une civilisation élevée, comportant l'usage des métaux et des animaux domestiques, était partie. Les découvertes récentes de l'archéologie et une étude plus serrée des Védas nous apprennent qu'à côté des Aryas, qui s'apprêtaient à porter par le monde le flambeau d'une civilisation déjà avancée, existaient d'autres peuples dont l'état social était au moins aussi élevé, sinon davantage. Ces peuples ont été, suivant toute probabilité, leurs précurseurs dans la voie de la civilisation. Après le départ du rameau égyptien, détaché de bonne heure, mais déjà dans un état social qui nous frappe encore aujourd'hui d'étonnement, le tronc resté sur le sol primitif a continué à se développer vigoureusement. Les peuples qui le constituaient habitaient au delà du Gange, au sud des Aryas. On en a primitivement méconnu l'importance, l'attention se concentrant exclusivement sur ceux-ci; elle est pourtant grande, comme on va le voir. Ils sont désignés sous le nom de Dasyus. Dans son *Essai sur le Véda,* M. Burnouf nous donne à leur sujet de précieux renseignements. « ...Au temps des hymnes, les Dasyus étaient riches en troupeaux, industrieux, habiles à fabriquer des chars et des vêtements brillants de parures et de bijoux. C'était donc une riche proie pour les conquérants... Les poètes adressent sans cesse à la divinité la prière de faire passer dans leurs propres mains les biens des Dasyus, leurs vaches, leurs chevaux, leurs chars, leur or, leurs parures, et de donner la terre à l'Arya. »

Voilà qui ne me semble comporter aucune espèce de doute. Forcés de s'étendre par suite de l'accroissement de leur population, les Aryas descendent des plateaux du centre de l'Asie et s'avancent vers le sud ; là, ils se heurtent à un groupe puissant, de race indéterminée, car, dans les textes on le qualifie tantôt de jaune, tantôt de noir, déjà fort civilisé, puisqu'il possède de grandes richesses, qu'on le traite d'industrieux et qu'on le représente comme possesseur de bijoux et de troupeaux. Sa civilisation me semble même supérieure à celle des Aryas, puisque ceux-ci n'avaient point encore de villes, que déjà les Dasyus se bâtissaient des forteresses sur les hauteurs et s'y retiraient pour se défendre contre les envahisseurs. Leur civilisation et leurs richesses ont peut-être été la cause qu'ils ont été vaincus, car l'histoire nous apprend que fort souvent, aux temps anciens et même de nos jours, les peuples les moins civilisés battent ceux qui le sont davantage.

Ils se servaient du cheval, puisque leurs voisins convoitaient « leurs chevaux et leurs chars », et, avant toute autre considération, il n'y aurait pas plus de témérité à leur en attribuer la domestication qu'à la reporter aux Aryas. Mais la première partie de ce travail nous a montré une si remarquable concordance entre l'usage du bronze et celui du cheval que nous sommes amenés à nous demander si la découverte du bronze est le fait des Aryas. Ils s'en sont servis,

mais ils n'ont point dû le découvrir, par la raison que l'étain nécessaire à l'alliage ne se trouve pas dans la région qu'ils occupaient. Et il arrive, ainsi que MM. Chantre et de Mortillet l'ont fait ressortir, que c'est justement dans l'extrême Orient, dans le pays des Dasyus, qu'existent les mines d'étain, et les archéologues les plus autorisés regardent aujourd'hui ces mines comme celles qui ont fourni la plus forte part, sinon la totalité de l'étain employé à l'âge du bronze. L'état social des Dasyus nous permet très logiquement d'admettre qu'ils ont pu faire la découverte capitale du bronze et domestiquer le cheval. Leurs voisins auront profité de leurs découvertes et les auront propagées.

Mais qu'étaient les Dasyus, à quelle race les rattacher? Il est probable que sous ce nom on comprenait des groupes différents, vu les épithètes de jaunes, de noirs, de gens à face de bœuf, dont on les gratifie. Les Dravidiens des anthropologistes, les Chams, les Khmers et d'autres tribus peu nombreuses, que les explorateurs contemporains nous disent exister encore dans l'Inde à côté des populations mongoles et qui ont eu leurs jours de gloire et de civilisation, en sont peut-être des représentants. Dans l'impossibilité de donner actuellement une réponse satisfaisante, rattachons-les au groupe des promalais en attendant que nous puissions faire davantage, et notons que l'extrême sud du continent asiatique et peut-être un continent adjacent aujourd'hui disparu semblent avoir été le centre de formation, en tout cas le point de départ de peuples qui ont été les propagateurs d'une civilisation relativement élevée.

Et ici je veux consigner une remarque qui me paraît de la plus haute importance pour l'explication de l'antériorité de civilisation des peuples de l'Asie méridionale. On croit avoir dit quelque chose quand on parle de leurs aptitudes innées, de la supériorité intellectuelle inhérente à leur race, etc., etc., comme si ce n'étaient point de vaines paroles présentant des résultats pour des causes. S'il y a eu — et la chose est certaine — supériorité du groupe asiatique, cette prééminence, avant de devenir une qualité héréditaire et en quelque sorte spécifique, a été, comme tous les autres caractères, d'abord acquise individuellement, développée par l'exercice et fixée par le facteur temps qu'il ne faut point omettre; d'où la nécessité d'admettre que sa zone de formation et de dispersion a émergé des mers tertiaires avant toutes les autres où des races moins avancées ont été rencontrées, quelle que soit d'ailleurs l'idée qu'on se fasse de leur formation. A moins d'avoir recours à des raisons d'ordre métaphysique, je ne vois point d'autre explication satisfaisante ou même seulement possible. Or M. Lydekker, paléontologiste du *Geological Survey* de l'Inde, qui vient d'étudier avec soin les terrains de la région qui nous occupe a constaté que la faune fossile, dans ce qu'elle a de commun avec celle d'Europe et d'Amérique est en avance d'une période. Ce savant a fait voir, par exemple, que le bœuf ordinaire, qu'on ne rencontre en Europe et dans l'Amérique du Nord qu'à la fin du pliocène, apparaît aux monts Siwaliks dès l'époque miocène. Dans le pliocène du Deccan, l'homme a laissé des traces nombreuses de son existence (1). Les fouilles de M. Lydekker nous éclairent de la façon la plus heureuse et la plus éclatante.

III.

ESSAI SUR LA MANIÈRE DONT LE CHEVAL DOMESTIQUE A ÉTÉ PRIMITIVEMENT UTILISÉ.

Après avoir longtemps chassé et mangé le cheval, l'homme le dompte et l'asservit. Mais comment l'a-t-il primitivement utilisé? S'est-il élancé sur son dos et, cavalier hardi et expérimenté dès le commencement, a-t-il galopé avec lui dans les plaines, le dirigeant à son gré; ou bien, moins hardi, s'en est-il servi d'abord pour lui faire porter des fardeaux et traîner des chars, ne l'utilisant que postérieurement comme monture?

La question n'est point aussi oiseuse qu'elle peut le paraître puisqu'il s'agit des origines de l'équitation. Mais il faut déclarer de suite qu'on n'a pour se guider que les lueurs vacillantes et dangereuses de la méthode inductive. Aussi je prie qu'on ne voie ici que ce que j'ai voulu y mettre, c'est-à-dire un modeste essai que je livre à la publicité avec la plus grande réserve, tout prêt à accepter la revision de mon jugement si l'on me démontre qu'il a été mal assis.

Il a été dit au début de cette étude que nous ne pouvions affirmer scientifiquement la domestication de cheval qu'à partir de l'âge du bronze, et nous avons fait ressortir tout l'intérêt que présentent les mors de cette époque que les fouilles archéologiques nous font connaître. Ces mors servaient-ils à des chevaux qui étaient montés ou à des chevaux qui traînaient des chars? A ne considérer que les mors et indépendamment des raisons qui vont être données plus loin, il y a lieu de pencher pour la seconde hypothèse. On les a rencontrés surtout dans les sépultures et tous les paléo-ethnologues ont été frappés de ce qu'on les trouve presque constamment par deux ou par quatre; l'idée vient immédiatement que les personnages près desquels on les trouve devaient conduire un char à deux ou à quatre chevaux; on ne peut guère supposer qu'ils avaient deux ou quatre montures. Dans son étude sur *Quelques mors italiques et de l'épée en bronze de Ronzano,* le comte Gozzadini émet une opinion analogue à celle que j'exprime. Quand on compare la forme de quelques-uns de ces mors avec celle que nous révèle l'examen des bas-reliefs assyriens représentant des chevaux attelés aux chars, on est affermi dans cette pensée.

On objecte qu'on ne trouve pas de débris de chars datant de cette époque. D'abord l'Asie méridionale par où ont débuté l'usage du bronze et celui des chars a été à peine explorée sous ce rapport; quant à l'Occident, il est en quelque sorte hors de cause, car la plupart des nations qui l'ont primitivement envahi en étaient déjà arrivées à l'équitation, mais non toutes cependant, comme nous le verrons.

(1) *Journal of the Asiatic Society of Bengal,* t. LXIX, 1880, n° 1, p. 8. — Un résumé de ce travail a paru dans la *Revue scientifique,* n° 2, 1882.

Nombreux sont les documents écrits qui nous confirment dans notre manière de voir. Nous savons déjà qu'aussi loin qu'on peut remonter, par les Védas, dans l'histoire des Dasyus et des Aryas il est question de chars. Chaque fois qu'il est parlé du dieu Agni, on le représente, non pas cavalier, mais traîné sur un char. Les premiers peuples qui quittent l'Asie pour aborder en Afrique ou dans l'Europe méridionale emportent avec eux l'usage du bronze et des chars. Sur la côte africaine, nous avons déjà vu les Garamantes et les Libyens chasser les autochtones sur des quadriges; les peuples pélasgiques qui viennent successivement occuper la Grèce, l'Archipel et l'Italie se servent de chars, et les Hycksos qui envahissent l'Égypte sont dans le même cas. En était-il ainsi pour quelques-uns des peuples qui ont abordé primitivement en Occident? Nous pouvons l'affirmer pour les Kymris, mais pour les Gaëls nous n'avons que des présomptions. En effet, les documents écrits ne nous font connaître que la vie des Gaulois des trois ou quatre derniers siècles avant notre ère; ce qui serait intéressant, mais ce qui paraît perdu pour l'histoire, serait la connaissance de ce qu'ils étaient quand ils arrivèrent dans notre pays au moins seize siècles auparavant. Au moment où l'histoire s'en empare, ils avaient subi le contact des nations voisines contre lesquelles ils guerroyaient sans cesse, ils étaient à la fois conducteurs de chars et cavaliers. Mais nous savons par César qu'ils manœuvraient les chars armés de faux avec une adresse surprenante.

L'archéologie nous fournit aussi à leur endroit quelques renseignements qu'on aurait tort de négliger; elle nous apprend qu'il était d'usage de placer dans la tombe des guerriers gaulois une ou deux roues du char avec le harnachement des chevaux et parfois ceux-ci. Ce fait est trop connu pour que je m'y appesantisse, je ferai remarquer seulement qu'on a découvert des sépultures — dans le département de la Marne notamment — où la proportion des objets en bronze sur ceux en fer est si élevée qu'on peut les rapporter au commencement de l'âge du fer, peut-être à l'époque de transition entre le bronze et le fer; les frettes et les esses des roues des chars placées dans ces sépultures étaient en bronze.

Pour les Kymris, nous avons des renseignements plus précis. Après leur départ de l'Asie centrale, ils s'étaient fixés sur les limites de l'Europe et de l'Asie, tandis que leurs frères les Gaëls avaient continué leur marche vers le couchant. Mais voilà qu'un ébranlement, causé sans doute par une surabondance de population, se produit parmi les peuples de l'Asie, les Messagètes des steppes poussent les Scythes, ceux-ci à leur tour débordent sur les Kymris qui leur abandonnent le terrain et s'avancent vers l'occident; ils s'établissent en Bretagne et dans la brumeuse Albion. Confinés et protégés dans leur île contre les invasions, n'étant pas en contact comme les Gaulois avec les peuples du continent, ils ont dû conserver sans grandes modifications les habitudes qu'ils avaient apportées d'Asie. Or ces habitudes, pour le sujet qui nous occupe, quelles étaient-elles? César qui les envahit et les traite de barbares va nous l'apprendre : *Genus hoc est ex essedis pugnæ : primo per omnes partes perequitant et tela conjiciunt atque ipso terrore equorum et strepitu rotarum ordines plerumque perturbant : et quum se inter equitum turmas insinuaverint, ex essedis desiliunt et pœdibus prœliantur. Aurigæ interim paulatim ex prœlio excedunt atque ita currus collocant, ut, si illi a multitudine hostium premantur, expeditum ad suos receptum habeant.* (COMMENTAIRES, l. IV, 33.) Ainsi les Kymris ou Bretons se servent de chars; alors que sur le continent la cavalerie proprement dite prend de l'extension, que Gaulois, Romains et Germains rivalisent de ce côté, les Bretons immobiles en sont restés aux chars, comme au temps où ils habitaient les rives du Volga.

Les Scythes qui les ont poussés devant eux étaient à la fois conducteurs de chars et cavaliers, mais surtout cavaliers. Quand ils apparurent pour la première fois en Thrace montés sur des chevaux, ils y causèrent un grand effroi; on les qualifia de centaures pour indiquer la croyance où l'on était que le cheval et le cavalier ne faisaient qu'un. Quant aux Messagètes qui vinrent heurter les Scythes, ils étaient cavaliers excellents, nous dit Hérodote.

De ce qui vient d'être exposé, il semble légitime de conclure que l'art de l'équitation est postérieur à celui de l'attelage, qu'il a pris naissance dans la période de temps — dont la durée est inappréciable — qui s'est écoulée entre le départ des Kymris de l'Asie méridionale ou centrale, leur séparation de la souche et leur refoulement en Occident par les Scythes.

Des considérations d'un autre ordre viennent appuyer l'opinion que je soutiens. Les études paléontologiques et archéologiques nous font voir dans quel ordre s'est effectuée la domestication des animaux. C'est d'abord le chien qu'on mange et qui devient ensuite un précieux auxiliaire; puis sont venus le mouton, le bœuf et peut-être le zébu et le chameau. Après avoir mangé le bœuf, on remarque qu'il y a possibilité d'utiliser ses forces; on le charge, on l'attelle. Rien de simple comme l'attelage primitif; il semble qu'on peut en prendre une idée en examinant les peintures égyptiennes si intéressantes reproduites par Mariette bey. Un morceau de bois appliqué sur le front, des extrémités duquel partent deux cordes qui vont à l'objet à déplacer; voilà tout le harnachement de ces bovidés encore si peu domestiqués, qu'on est obligé de lier les jambes des vaches pour qu'elles se laissent traire. Ce n'est que postérieurement qu'on soumet le cheval; sa domestication accomplie, on en fait l'auxiliaire du bœuf; on lui passe un mors dans la bouche et on l'attelle, non en lui plaçant une barre de bois sur le front, sa conformation ne s'y prêterait pas, mais en lui adaptant une courroie en avant du poitrail, dont la bricole actuelle n'est qu'une réminiscence. Sa vélocité le fait préférer pour le char; il s'y spécialise bientôt. Ce n'est que quand il a été bien assoupli par le tirage qu'on le monte; d'ailleurs, étant donné le caractère difficile des équidés encore sauvages, le daw, l'hémione, le zèbre, je m'imagine difficilement qu'on eût pu avoir la pensée et la hardiesse de les monter d'emblée. Aussi bien le même ordre de domestication se retrouve à notre époque chez les sauvages modernes; d'aucuns les Boshimans, n'ont ou n'avaient

que le chien; d'autres plus avancés avaient le chien, le mouton et le bœuf; je n'en connais point qui aient débuté par les équidés, animaux farouches et relativement difficiles à dompter.

On a objecté que l'homme préhistorique aurait pu monter le cheval sans s'être servi de mors. Nous savons tous l'histoire des Numides montant sans selle ni bride; les voyageurs nous ont appris qu'en Asie et dans l'Amérique méridionale, des Arabes et des gauchos font de même; nous avons des écuyers qui, actuellement dans nos manèges, par la seule pression des jambes dirigent leurs montures; mais ce genre d'équitation ne paraît guère possible pour des animaux à peine apprivoisés et indociles, comme devaient l'être ceux des âges préhistoriques, et puis, si, comme nous avons tâché de le démontrer, le mors a été primitivement inventé et employé pour des conducteurs de chars et non pour des montures, l'objection tombe d'elle-même.

Si l'on voulait arguer que primitivement les mors ont pu être en os, en bois de cerf, en ivoire, nous dirions que l'on trouve en effet des mors mi-partis bronze et mi-partis bois de cerf ou os; mais les mors, dans la confection desquels il entre autre chose que du métal, datent des derniers temps du bronze ou d'une époque postérieure. La station de Mœringen, à ma connaissance, est la seule qui en ait fourni, et l'on sait qu'elle est du commencement de l'âge de fer ou deuxième époque lacustre. D'où la conclusion que l'adjonction au mors d'os ou de bois de cerf n'est pas primordiale, mais consécutive; elle n'a pas été un point de départ, mais un perfectionnement.

Arrivé au terme de cette étude, qu'il soit bien entendu que si, dans ma pensée, la domestication du cheval nous vient de l'extrême Orient, cela ne préjuge rien sur l'origine de l'espèce et des races chevalines. La question à débattre reste entière entre le monogénisme et le polygénisme. Il en est de même pour l'espèce et les races humaines. De ce que quelques peuples sémitiques n'ont connu que tard l'usage du cheval et n'ont point eu d'âge du bronze, il serait téméraire et actuellement prématuré de conclure que la branche sémitique tout entière s'est trouvée dans ce cas. Et cela fut-il démontré, qu'on aurait toujours à se demander si elle s'est détachée du tronc pro-malais, alors que celui-ci n'était pas encore arrivé à la domestication du cheval, ou bien si elle s'est formée d'une façon indépendante quelque part, peut-être entre le golfe Persique et la mer Rouge, et n'a eu de rapport avec les autres rameaux que quand ceux-ci furent arrivés à une période très avancée de leur évolution. Dans l'un et l'autre cas, on est forcé de convenir que si la discussion peut s'éterniser en ce qui concerne l'origine des races humaines et leur centre de dispersion, il faut admettre qu'il y a eu plusieurs zones où des civilisations différentes et rivales évoluaient parallèlement.

Ch. Cornevin.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES

CONGRÈS MÉDICAL INTERNATIONAL DE LONDRES

M. J.-S. BILLINGS

La bibliographie médicale.

Lorsque je fus surpris par l'honneur d'être invité à prononcer une *Address* au congrès, ma première pensée fut de le décliner, pour la simple, mais suffisante raison que je n'avais rien à dire qui fût digne d'occuper le temps d'une assemblée telle que la vôtre. Mais en réfléchissant au sujet, en regardant distraitement des rayons couverts de catalogues et une pile de nouveaux livres et journaux qui attendaient mon examen, il me vint à l'esprit que peut-être quelques faits relatifs à notre littérature médicale, passée et présente, considérée au point de vue du lecteur, du bibliothécaire et du bibliographe, plutôt qu'à celui de l'écrivain et du praticien, pourraient vous intéresser assez pour me hasarder à vous les présenter, et je me décidai à en faire l'essai.

Quand je dis « notre littérature médicale », je ne fais allusion à celle d'aucune contrée ou nation en particulier, mais à celle qui est la propriété commune des médecins instruits du monde entier, dont je vois ici les représentants, à la littérature qui forme le lien intra et international de la profession médicale de tous les pays civilisés. C'est grâce à elle que nous tous, qui sommes venus de l'extrême Orient et de l'extrême Occident, nous nous rencontrons ici, pour la première fois, non comme des étrangers, mais comme des amis, ayant des intérêts communs, et quoique de bien des nations différentes, un langage commun, et que nos pensées sont peut-être mieux connues les uns des autres que de certains de nos plus proches voisins.

On estime ordinairement qu'environ un tiers de toute la littérature du monde appartient à la médecine et aux sciences accessoires. Ceci correspond très bien aux résultats que donne l'examen de bibliographies et de catalogues des principales bibliothèques médicales. Il paraît, d'après cela, que notre littérature médicale compte actuellement un peu plus de 120 000 volumes et environ un nombre double de brochures, et que ce chiffre s'accroît dans la proportion d'environ 1500 volumes et 2500 brochures par an.

Considérons dans ses détails le caractère de cet accroissement annuel, en donnant d'abord une idée du nombre de ceux qui le produisent.

Il existe actuellement, disséminés à la surface du globe, environ 180 000 médecins dont on peut dire, par une libérale construction de la phrase, qu'ils sont instruits, c'est-à-dire qu'ils ont un diplôme quelconque, et pour l'édification desquels cette littérature médicale courante est mise au jour. De ce nombre, environ 11 000 ont été les auteurs ou les collaborateurs de cette littérature. Ils se divisent comme il suit : États-Unis, 2800; France et ses colonies, 2600; empire d'Allemagne et Autriche-Hongrie, 2300; Grande-Bretagne et ses

colonies, 2000 ; Italie, 600; Espagne, 300; divers autres, 1000 en bloc. Ces chiffres doivent être comparés avec ceux des médecins de chaque pays, mais je ne puis donner ceux-ci qu'approximativement : États-Unis, 65 000 ; Grande-Bretagne et ses colonies, 35 000 ; Allemagne et Autriche-Hongrie, 32 000 ; France et ses colonies, 26 000 ; Italie, 10 000 ; Espagne, 5000 ; divers autres, 17 000.

Il semble, d'après ces chiffres, que le nombre des médecins écrivains est proportionnellement plus grand en France et plus petit aux États-Unis. Pour la France, ce fait est dû pour une large part à l'obligation de passer une thèse imprimée pour obtenir le diplôme, ce qui augmente chaque année de 600 à 700 le nombre des auteurs.

En laissant de côté la médecine populaire, la pharmacie et l'art du dentiste, que nous avons compris dans les chiffres figurant le produit annuel, nous trouvons que les ouvrages de médecine proprement dite font un peu plus de 1000 volumes et de 1600 brochures par an.

Pour 1879, la *Bibliothèque de Rupprecht* indique comme nombre total des livres médicaux nouveaux, non compris les mémoires, journaux et *transactions* (comptes rendus des sociétés savantes), celui de 419, divisé ainsi : France, 187 ; Allemagne, 110 ; Angleterre, 43 ; Italie, 32 ; États-Unis, 21 ; les autres pays réunis, 26. Mais ces chiffres sont trop petits, en particulier pour la Grande-Bretagne et les États-Unis. L'*Index medicus*, pour la même année, montre que le nombre total des livres et brochures, non compris les journaux et les transactions, a été de 1643, ainsi divisés : France, 541 ; Allemagne, 364 ; États-Unis, 310 ; Grande-Bretagne, 182 ; autres pays réunis, 246. On ne compte pas les thèses inaugurales, dont 693 ont été publiées en France seulement.

Ce sont les journaux et les revues qui donnent un caractère spécial à la littérature de nos jours, et cela est particulièrement vrai pour la médecine. Nos publications périodiques contiennent les observations les plus récentes, les sujets les plus originaux ; ils sont l'expression la plus fidèle de la pensée du jour, des goûts et des désirs de la grande majorité de la profession médicale dont une grande partie, on le sait, ne lit guère autre chose. Les périodiques forment la moitié environ de la littérature médicale courante, et, pour l'année 1879, ils s'élèvent à 655 volumes, dont les États-Unis ont produit 156, l'Allemagne 129, la France 122, l'Italie 65, l'Angleterre 54 et l'Espagne 24 ; je ne compte pas les journaux de pharmacie, d'art dentaire, etc., ni ceux qui sont consacrés aux différentes sectes médicales dissidentes. Dans le tableau que j'ai dressé (1), on voit que le nombre total des volumes, journaux et comptes rendus de toute espèce a été de 850 pour 1879 et de 864 pour 1880. Ces chiffres sont un peu faibles pour 1880, mais l'accroissement réel est minime. Pendant l'année 1879, le nombre total des articles originaux publiés dans les journaux et les bulletins des sociétés savantes, et qui ont paru dignes d'être mentionnés dans l'*Index medicus*, s'élève à un peu plus de 20 000. De ces articles, 4781 ont paru dans les journaux américains, 4608 en France, 4027 en Allemagne, 3592 en Angleterre, 1210 en Italie, 703 en Espagne, dans tous les autres pays, 1248. Les chiffres pour 1880 sont à peu près les mêmes.

(1) Voir *British medical Journal*, 13 août 1881, p. 263.

On voit donc que, pour le moment, la plus grande partie de ce genre de littérature se publie en anglais, et que le nombre des articles de journaux est le plus grand aux États-Unis. Toutefois, c'est en Allemagne que la masse de littérature est la plus grande, en raison de l'étendue généralement plus grande des articles. Quant au mode de publication, je dirai seulement que dans tous les pays, sauf l'Espagne, les périodiques sont en majorité mensuels, tandis qu'en Espagne ils sont semi-mensuels. C'est cette littérature périodique qui, plus que toute autre chose, rend la médecine cosmopolite, et quoique, pour ce qui regarde les nouvelles découvertes ou méthodes de traitement, il y ait encore un peu plus loin de Londres, Berlin, ou Paris à New-York que de New-York à chacune de ces villes, la distance diminue chaque jour.

Beaucoup de journaux de médecine ont la vie très courte, mais leur nombre total est en voie d'accroissement. En 1879, 23 ont cessé de vivre, mais 60 nouveaux ont vu le jour, et en 1880, il y a eu 24 morts et 78 naissances dans cette branche de la littérature. Les États-Unis entrent à eux seuls pour un tiers dans cette fluctuation, la France vient ensuite ; l'Espagne se trouve troisième et l'Italie quatrième ; la Grande-Bretagne est la plus stable de toutes.

Cette classification purement quantitative ne donne naturellement aucune idée de la nature des publications et n'en donne qu'une très petite de leur valeur. Considérons-les maintenant au point de vue des sujets traités.

En 1879, on publia 167 livres et brochures, et 1543 articles concernant l'anatomie, la physiologie et la pathologie, c'est-à-dire la partie biologique ou scientifique de la médecine. En les classant encore par nations, nous trouvons que l'Allemagne en a produit plus de la moitié, et que la France vient au second rang. La production proportionnelle de chaque nation, dans ce genre de littérature, ressort peut-être mieux de l'analyse de la bibliographie des travaux de physiologie pour l'année 1879, publiée par le *Journal of physiology*. Il mentionne 59 traités et 500 articles en Allemagne, 17 traités et 227 articles en France, 5 traités et 77 articles en Angleterre, 8 traités et 41 articles en Italie, et 2 traités et 24 articles aux États-Unis. Le nombre d'auteurs pour cette production fut : Allemands, 393 ; Français, 119 ; Anglais, 59 ; Italiens, 39 ; Américains, 19 ; autres ensemble, 41. Pour l'année 1880, le même journal signale 62 traités et 452 articles en Allemagne, 23 traités et 216 articles en France, 12 traités et 76 articles en Angleterre, 4 traités et 51 articles en Italie, 6 traités et 25 articles aux États-Unis, et 10 traités et 31 articles dans les autres pays (1).

Si nous considérons la littérature de l'art, ou du côté pra-

(1) La différence entre ces chiffres et ceux de l'*Index medicus* est due, d'une part, à ce fait que le *Journal of physiology* comprend des articles qui sont placés sous d'autres titres dans l'*Index medicus*, et d'autre part, au fait que le journal a un autre mode d'appréciation que l'*Index*, rejetant beaucoup d'articles que celui-ci peut accepter comme originaux.

tique de la profession, les chiffres sont nettement différents. Nous trouvons plus de 1200 traités et 18 000 articles de journaux qui viennent se ranger dans cette catégorie, et l'ordre de préséance des pays, d'après la quantité, est le suivant : France, États-Unis, Allemagne, Grande-Bretagne, Italie et Espagne. Les tableaux que j'ai dressés portent les divisions plus loin et donnent, par nations, le nombre des ouvrages et des articles de journaux sur la pratique de la méde cine, de la chirurgie, de l'obstétrique, de l'hygiène, etc., pour les années 1878 et 1879, et quelques-uns de ces chiffres sont intéressants.

La place que tient l'hygiène dans la littérature augmente depuis deux ans, surtout en Angleterre, en France, en Allemagne et aux États-Unis. La littérature des maladies du système nerveux, de l'ophtalmologie, de l'otologie, de la dermatologie et de la gynécologie s'accroît aussi plus rapidement que celle des branches plus générales.

Il serait sans doute bien peu scientifique de considérer ces chiffres comme représentant des faits positivement certains et comparables, dont l'exactitude et la classification pussent être vérifiées. Ils expriment tout uniment l'opinion d'un individu sur ces deux points : 1° si chaque traité ou brochure contenu dans cette statistique est digne d'être mentionné ; 2° comment il doit être classé. Si tout avait été indiqué, il faudrait, rien que pour les journaux, presque doubler ces chiffres ; tandis que, si le choix avait été fait par un critique plus sévère, ils pourraient être réduits de moitié.

Si je recommençais ce travail, je n'obtiendrais pas les mêmes résultats. L'erreur principale consiste dans ce que, pour les articles de journaux, les chiffres sont trop élevés, car quelques-uns des travaux qui y sont compris ont si peu de valeur ou d'intérêt qu'ils ne seront pas lus, je le crains, par plus de deux personnes.

Quoi qu'il en soit, je pense que nous pouvons considérer ces chiffres comme indiquant certaines différences dans la direction que donnent à leurs travaux les auteurs médicaux des nations civilisées de la terre. Mais il faut les regarder seulement comme très approximatifs, et c'est le cas de rappeler cet axiome de statistique « que les résultats obtenus d'après un grand nombre de faits sont applicables à une réunion de faits semblables, mais non à des cas particuliers ». Il y aura un certain nombre de livres et de journaux médicaux imprimés l'an prochain, tout comme il naîtra un certain nombre d'enfants — et comme dans certaines limites nous pouvons prédire le nombre de ces naissances, la proportion des sexes, ou même celle des monstres, — de même, dans certaines limites, nous pouvons prédire l'importance quantitative et le caractère de la littérature à venir, et les idées qui sont encore à naître. Les différences sont dues à la race, à l'organisation politique, à la densité de la population. Comme le docteur Chadwich l'a montré dans son exposé de la statistique obstétricale, la principale cause de la multiplication des sociétés est géographique. « En Angleterre, dit-il, ceux qui s'intéressent spécialement à la gynécologie et à l'obstétrique peuvent suivre les séances de la société obstétricale de Londres, tandis qu'en Amérique les distances sont si grandes qu'on ne peut se réunir. »

D'une façon générale nous pouvons dire qu'aujourd'hui l'Allemagne est à la tête de la médecine scientifique pour la quantité et la qualité des productions, et que la nouvelle génération des médecins apprend la physiologie allemande. Mais la semence s'est répandue partout, et partout le travail scientifique est de plus en plus apprécié.

Il y a sept ans, le professeur Huxley déclarait que si un étudiant montrait des aptitudes et de l'originalité dans la science qu'il étudiait, il n'osait pas lui conseiller d'adopter la carrière scientifique, car il ne pouvait lui assurer qu'il pourrait trouver dans les sciences biologiques assez de profit pour arriver à manger du pain et du fromage. Je crois qu'aujourd'hui une pareille crainte n'est plus guère justifiable, au moins en Amérique, où un homme de ce genre trouverait certainement une place, si l'on admet, suivant la remarque du professeur, qu'il n'est pas impossible à un travailleur original de consacrer une partie modérée de son temps à enseigner dans un laboratoire ou dans une salle de conférence.

Dans ces dix dernières années, la littérature de la France, de l'Allemagne, de la Grande-Bretagne et des États-Unis s'est beaucoup occupée de l'éducation médicale et des moyens de la développer. Dans tous ces pays on est plus ou moins mécontent de l'état de choses existant, quoiqu'on ne soit pas d'accord sur le remède à y apporter. A la question de Salomon : « A quoi sert à un fou d'avoir en main la sagesse, s'il ne l'a pas dans le cœur ? » il est facile de répondre aujourd'hui, car un fou sait qu'il doit avoir l'apparence de la sagesse et un diplôme pour le prouver, s'il veut *réussir dans la pratique* de la médecine; mais la difficulté consiste à donner au diplôme une valeur qui soit une garantie d'éducation. Le mécontentement qui se manifeste et cette tendance au changement sont de bons signes. En ces matières, lenteur signifie sommeil ou mort, et le fait qu'un courant change continuellement son lit prouve que son cours a lieu dans une fertile alluvion et non à travers une lave ou un granit stérile.

J'ai dit que pour ce qui regarde la médecine scientifique nous sommes en ce moment à l'école de l'Allemagne. Ce n'est pas cependant le cas pour la thérapeutique externe ou interne, et je présume que, sur ce point, les médecins de chaque nation ont lieu d'être satisfaits de leur propre prééminence. On peut considérer comme vrai, au moins pour le traitement des maladies communes, que c'est dans son pays, au milieu des malades qu'il est appelé à traiter, que le médecin acquerra la meilleure instruction thérapeutique. De même que chaque individu constitue un être spécial et unique, au point que l'arrangement des sillons et des papilles de l'index diffère de celui des autres doigts et suffit à l'identifier; de même que les membres de certaines familles demandent des soins spéciaux pour être préservés d'hémorragie, de folie ou de phtisie ; ainsi en est-il des nations et des races. Ce fait est bien connu des médecins militaires et, aux États-Unis, qui sont aujourd'hui le grand terrain des mélanges ethniques, les particularités spéciales à chaque race sont familières à tous les praticiens.

Ce n'est pas à l'étude isolée de cette littérature médicale

courante qu'on en peut juger la tendance et la vraie valeur. Elle n'est qu'un aspect de la pensée du siècle, de cet étonnant tableau qui se déroule devant nous comme à travers un kaléidoscope, et c'est dans ses rapports avec elle qu'il faut la juger. Il y a quelque temps, des avertissements et des plaintes se sont échappés, de sources très autorisées, sur le caractère trop utilitaire que prenait la science. Le professeur du Bois-Reymond, par exemple, dans ses discours sur la civilisation et la science, dit que le côté de la science concernant les arts utiles prend chaque jour plus d'importance, chaque génération s'occupant de plus en plus de ses intérêts matériels. « Au milieu de l'inquiétude qui possède le monde civilisé, on dirait que l'esprit des hommes se concentre dans la main et dans la bouche, et si l'industrie reçoit son impulsion de la science, elle a en même temps une tendance à la détruire. En un mot, l'idéalisme succombe dans sa lutte avec le réalisme, et le règne des intérêts matériels s'approche. » Quittant ce terrain un peu pessimiste, il en vient à ce qui se passe particulièrement en Amérique, qui est la terre principale de l'utilitarisme, d'où est venu le terme d'« américanisation » pour caractériser l'envahissement profond de la civilisation européenne par le réalisme. Si cette qualification était correcte, il semblerait que l'Europe est assez américanisée pour ce qui regarde l'attention aux intérêts matériels et l'appréciation des résultats pratiques. Mais la vérité de ce tableau me paraît douteuse. La science devient populaire, même à la mode, et quelques-uns de ses prétendus adeptes rivalisent avec les faux dévôts du moderne esthéticisme par leur dédain et leur prévention contre les aspirations de l'intelligence et du sens commun. Il y a l'homme de science qui trouve mauvais style d'être pratique, qui ne prend d'intérêt qu'à la science pure, et se fait une règle de s'abstenir des recherches pouvant conduire à des résultats utiles pour ne pas être confondu avec les simples « hommes pratiques » ou les inventeurs : ce type existe et il a ses admirateurs. Nous en avons de pareils en médecine, et leur nombre s'accroît.

La séparation des études biologiques de la médecine pratique, qui, dans ces dernières années, est devenue tout à fait marquée dans la littérature, a ses avantages et ses inconvénients. Jusqu'ici les premiers ont dépassé de beaucoup les seconds, et c'est à cela que la science et l'art de la médecine doivent leurs progrès.

Mais les physiologistes, ou, comme ils aiment mieux être appelés, les biologistes, dans l'intérêt de leur propre science, ne se séparent-ils pas trop complètement de la médecine, en négligeant la pathologie? Dans nos services d'hôpital, et parmi nos malades, la nature accomplit continuellement des expériences que l'opérateur le plus adroit ne pourrait reproduire dans un laboratoire; elle est, comme dit le professeur Foster, « un vivisecteur sans trêve et sans relâche, et il n'y a pas de secret du corps vivant qu'elle n'ait ou qu'elle n'aura pas offert l'occasion de découvrir à un moment et à un endroit donnés dans la misère et la douleur ».

Mais, s'il est vrai que le professeur Foster, dans son discours lu, l'année passée, devant la *British medical Association* (1) — discours qui est l'exposition la plus claire que je connaisse des aspirations de la physiologie d'aujourd'hui — insiste sur ce fait que toutes les distinctions entre la physiologie et la pathologie sont fictives et déclare que les tentatives faites pour les séparer ressemblent à celles qu'on ferait en divisant la météorologie en science de bon et science de mauvais temps — sa conclusion, que le pathologiste devrait être familier avec les méthodes d'investigation physiologique, ne me paraît vraie qu'en partie. Elle suppose tacitement que tous les phénomènes de la maladie humaine, ou au moins les plus importants, peuvent être reproduits dans le laboratoire de physiologie. S'il en était ainsi, quel immense pas d'accompli pour arriver à faire de la médecine une science! Malheureusement cela n'est pas. Beaucoup des plus intéressants de ces phénomènes, les plus intéressants parce qu'ils sont encore les plus inexplicables, ne peuvent être observés que sur l'homme malade lui-même. Les physiologistes n'ont pas encore mis en œuvre ce champ, qui doit particulièrement les intéresser : *la pathologie comparée*, bien que la littérature de nos jours indique qu'un changement s'est produit dans cette direction (2).

S'il est vrai que pour les gradués d'il y a trente ans, la majeure partie de la littérature physiologique de nos jours est écrite dans une langue inconnue, il n'est pas moins vrai aussi que le physiologiste d'aujourd'hui, qui se confine dans ses travaux de laboratoire, se trouvera distancé par celui qui fera marcher de pair ses études cliniques et pathologiques avec ses études expérimentales.

L'augmentation qui se produit dans la quantité et la qualité de la littérature de plusieurs spécialités médicales ressort clairement de la comparaison des catalogues et bibliographies récentes avec ceux des vingt ou trente dernières années, et cette augmentation se continue encore dans une proportion plus grande que pour les branches plus générales. Il y a de grandes différences d'opinion sur la valeur relative de cette augmentation et sur les effets qu'elle aura sur la profession, mais le fait n'est pas douteux. Il doit y avoir des spécialités et des spécialistes en médecine, et les résultats sont bons ou mauvais; mais les mauvais viennent de ces spécialistes qui ont une éducation générale insuffisante, qui essayent de construire la pyramide de leurs connaissances sur une base trop étroite. Le docteur Hogden a dit qu' « en médecine, un spécialiste devrait être un habile médecin et quelque chose de plus; mais qu'il est souvent autre chose — et quelque chose de moins ». Il y a du vrai dans ces paroles, et le jeune homme fera bien de les méditer avant de commencer à spécialiser ses études. Mais, d'un autre côté, il est certain que la grande majorité des hommes doit limiter son champ de travail très nettement et très clairement s'il veut arriver au succès. Le couteau doit avoir un

(1) Voy. *Revue scient.* du 20 août 1881, p. 234.

(2) M. H. Bouley a fait au Muséum des leçons remarquables qui ont servi à combler en partie, sinon en totalité, la lacune signalée par le savant bibliothécaire de Washington. Elles ont été publiées sous ce titre : *Leçons de pathologie comparée. — Le progrès en médecine par l'expérimentation*, Paris, 1882.

tranchant pour couper. C'est grâce aux travaux des spécialistes que la plupart des nouvelles voies ont été ouvertes à l'esprit et aux recherches, et, si le flot a paru quelquefois se répandre trop loin et se perdre dans les bas-fonds et les sables, il a cependant essayé de les fertiliser.

Les spécialistes ne font pas seulement que prendre les devants de la science, ils apportent aussi une puissante impulsion et une réelle assistance pour la réunion et la conservation de la littérature médicale, et la formation des grandes bibliothèques publiques.

Burton déclare qu'une grande bibliothèque ne peut être improvisée, quand même on aurait à sa disposition le budget national. Il pense que 20 000 volumes sont à peu près la limite d'une collection mélangée qu'on peut réunir d'un seul coup, et il mentionne tout particulièrement la difficulté qu'on éprouve à créer de grandes bibliothèques publiques en Amérique. Mon expérience montrerait que ces données ne sont pas applicables aux livres de médecine. Dans ce genre, les in-folio et les in-quarto vieux de trois ou quatre cents ans semblent avoir présenté une grande résistance aux causes ordinaires de destruction. Peut-être cela tient-il beaucoup à ce qu'ils n'ont pas été souvent dérangés pour être lus ou parcourus. En réalité, ils deviennent de plus en plus rares; mais en même temps, grâce aux bibliothèques convenablement organisées, ils deviennent plus accessibles à tous ceux qui désirent s'en servir réellement, et non pas les collectionner et les cacher pour eux seuls. Ils s'amoncellent comme des algues, mais les survivants trouvent peu à peu des places sûres et fixes dans le cadre des grandes collections que le monde possède en ce moment. De nos jours, les courants du commerce les amènent en nombre relativement considérable aux États-Unis, où les collectionneurs et les spécialistes médicaux comptent parmi les meilleurs clients des libraires antiquaires de l'Europe. Je pourrais nommer une douzaine de médecins américains qui ont donné à des agents européens des ordres presque illimités pour des livres relatifs à leurs propres spécialités, et sur les rayons desquels on pourrait trouver des livres des XVe et XVIe siècles, qu'on peut justement considérer comme « rarissimes ».

Ce n'est pas que les livres les plus rares soient toujours les plus vieux. Le collectionneur qui, pour orner sa bibliothèque, court après la *Rose* de Jean de Gaddesden ou le *Lis* de Bernard de Gordon, les premiers ouvrages in-folio d'Avicenne ou de Celse, ou même quelqu'un des huit cents incunables médicaux décrits par Hain, aura probablement dans ses recherches autant de succès que celui dont le cœur est épris des premières éditions de Harvey ou de Jenner, des traités américains sur l'inoculation contre la petite vérole ou encore des collections complètes de beaucoup de journaux et transactions de ce siècle.

Quelle que soit la nature des livres qu'il recherche, le bibliophile est, qu'il le veuille ou non, le principal auxiliaire des bibliothèques publiques. Dans la plupart des cas, ses trésors passent par la salle de vente, et, tôt ou tard, le bibliothécaire, qui n'a pas à se presser, les préservera d'un nouveau voyage. Grâce aux peines prises par les collectionneurs, on peut admettre, à mon avis — ce qui n'aurait pas été vrai il y a seulement vingt ans — que si toute la littérature médicale du monde venait à être aujourd'hui détruite, à l'exception de celle des États-Unis, presque tout ce qu'elle offre d'intéressant pourrait être reproduit sans difficulté.

Que va-t-il résulter de cette augmentation incessante dans la production des livres? Que seront dans mille et même dans cent ans d'ici les bibliothèques, les catalogues et les bibliographies, si les choses continuent suivant la raison de la progression géométrique qui a gouverné la presse pendant ces quelques derniers lustres? La formule mathématique qui servirait à l'exprimer, en prenant comme point de départ le siècle dernier, donne une conclusion absurde et impossible, car elle montre que, si nous continuons à aller de ce train, un temps viendra où nos bibliothèques seront de grandes villes et où il faudra, pour cataloguer et ranger la production annuelle, faire appel à tous ceux qui dans le monde ne seront pas occupés à écrire. En réalité, cependant, la raison de cette progression a changé, et le taux de cet accroissement diminue.

Dans l'Europe occidentale, qui est aujourd'hui le grand centre de la production littéraire, il paraît peu probable que le nombre des écrivains et des lecteurs augmente dans l'avenir, et c'est en Amérique, en Russie et dans l'Asie méridionale que se rencontrera la plus grande différence entre la quantité annuelle de la production littéraire d'aujourd'hui et celle qui aura lieu dans un siècle d'ici.

On a souvent parlé des analogies qui existent entre le développement mental et physique d'un *individu et celui* d'une nation ou d'une société; mais il est un point où l'analogie cesse, c'est celui qui concerne les productions de l'activité intellectuelle, et cela tient à ce que nous n'avons pas encore trouvé le moyen de donner issue aux scories.

La croissance et le développement dans le monde physique impliquent les changements de la mort aussi bien que de la vie : en même temps que les tissus vivants évoluent, les matières mortes et inutiles, qui ont eu leur jour et qui ont rempli leur but, sont excrétées et détruites. Mais *littera scripta manent*. Il y a une grande quantité de ces matériaux usés et sans valeur dans la littérature de la médecine, et elle augmente rapidement. Notre littérature est, en fait, comme l'héritage du boueur d'os, mais avec cette différence importante que, lorsque les enfants ont pris quelques coquilles ou quelques morceaux d'os du tas du boueur, ils les jettent derrière eux après les avoir bien regardés et s'en être amusés un certain temps, et n'ajoutent ainsi rien au tas; tandis que nos faiseurs de compilations et de compendiums, grands ou petits, connus ou non, augmentent continuellement la collection, et la plupart du temps avec des matériaux qu'on a qualifiés de « superlativement médiocres, d'extrait quintessentiel de médiocrité ». Une grande bibliothèque médicale est en elle-même décourageante pour beaucoup de chercheurs, et je me suis familiarisé avec cette expression mêlée de surprise, de terreur et de désespoir qui apparaît sur le visage de celui qui, peu habitué à ces recherches, se trouve tout d'abord en présence de cette masse de matériaux

qu'il désire consulter pour compléter ses connaissances bibliographiques, par exemple sur l'épilepsie, les excisions ou les fonctions du foie.

Que les chercheurs, et aussi ceux qui regrettent de ne pas avoir accès dans les grandes bibliothèques et qui pour ce motif sont obligés de se contenter des ouvrages ordinaires et des journaux de bibliographie courante, se consolent, en pensant que la plus grande partie de notre littérature ayant quelque valeur pratique appartient à ce siècle et se trouve dans les publications de ces vingt dernières années.

Il y a en effet peu de livres écrits avant 1800 que tout médecin instruit devrait — je ne dis pas seulement lire — mais encore connaître à fond, tels que quelques-uns des ouvrages d'Hippocrate et de Galien, de Harvey et de Hunter, de Morgagni et de Sydenham; et encore est-ce plutôt pour étudier leur méthode et leur style que pour retenir leurs observations ou leurs théories, et beaucoup de médecins le feront avec plus de fruit dans les traductions modernes que dans les originaux. Il y a longtemps déjà que la part véritablement utile de l'œuvre de ces vieux maîtres a passé dans le stock commun, et la quintessence s'en trouve consignée dans tous les manuels.

Si dans ces in-folio poudreux il reste par hasard quelques parcelles d'or non glanées, il faut se rappeler qu'on a devant soi des champs entiers attendant encore le moissonneur. Il ne manque pas, il n'a jamais manqué d'hommes ayant le goût et le loisir de fouiller les archives du passé, et l'homme qui se livre à l'expérimentation et à l'observation gaspille son temps dans une certaine mesure, en essayant de faire un travail bibliographique aussi long qu'on peut le poursuivre. Désire-t-il savoir si un problème a été abordé déjà et avec quel résultat, s'il existe quelque relation sur des cas semblables à celui qu'il a sous les yeux? Quatre-vingt-dix-neuf fois sur cent, si la réponse à ces questions ne se trouve pas dans les manuels courants ou les monographies classiques, ce n'est pas la peine que le travailleur original se livre à de plus longues recherches. Et encore il ne saurait faire cette recherche que s'il était capable de diriger d'autres chercheurs; aussi tout étudiant devrait-il avoir acquis quelque connaissance sur les méthodes de travail bibliographique.

Quand un médecin a observé ou cru observer un fait, ou bien qu'il a tiré de son propre fonds une théorie qu'il veut examiner à la lumière de la littérature médicale, il ne sait trop souvent par où commencer, même lorsqu'il a une grande bibliothèque à sa disposition.

Le renseignement qu'il désire peut être dans le volume qu'il a sous la main, mais comment le savoir? Et même, ayant le catalogue par matières devant lui, il lui est difficile de s'en servir, surtout lorsque, comme c'est souvent le cas, il n'a pas une idée très juste de ce qu'il veut chercher. Sur la page de titre du *Washington City Directory* est inscrite la phrase suivante : « Pour trouver un nom, il faut savoir comment il s'épelle ». Cela s'applique d'une façon très étendue à la bibliographie médicale. Pour trouver des détails sur des cas semblables à un cas rare, il faut savoir ce qu'est votre propre cas.

Mais revenons au catalogue des matières. Si c'est un catalogue classé, un catalogue raisonné, il paraîtra souvent un guide aveugle à celui qui n'est pas familier avec la classification et la nomenclature adoptées par le compilateur. Et assurément quelques-unes de ces compilations sont très curieuses; elles rappellent la division des idées de Heine, en idées raisonnables, idées non raisonnables et idées couvertes d'un cuir vert. Si néanmoins le chercheur a saisi l'arrangement du catalogue, il y a deux chances contre une que cela ne lui servira à rien. C'est un catalogue des titres des livres; mais très souvent le titre d'un livre donne très peu de renseignements sur son contenu, si même il ne contribue pas à vous égarer. Supposons maintenant que le cas particulier qui l'occupe soit celui d'un enfant nouveau-né, ayant une jambe beaucoup plus grosse et plus longue que l'autre. Il ne trouvera aucun titre se rapportant à cela. Il y a peut-être dans la bibliothèque un livre sur les maladies des lymphatiques qui contient ce dont il a besoin; mais, à moins de savoir que dans son cas il s'agit d'une affection des lymphatiques, il trouvera difficilement le fil. Il peut y avoir aussi dans la bibliothèque vingt mémoires dans autant de volumes, de journaux et transactions, dont les titres montrent qu'ils contiennent probablement des cas semblables; mais les titres de ces mémoires ne sont pas dans le catalogue.

On se demandera peut-être pourquoi les catalogues capables de donner de mauvais renseignements, ou ne donnent pas des informations plus nombreuses. La réponse est fort simple : les catalogues ne sont pas des bibliographies, mais des aides mécaniques pour un travail bibliographique.

Vous me pardonnerez de prendre comme exemple l'*Index Catalogue* de la bibliothèque du Surgeon's General Office, à Washington, parce qu'il m'est familier et que je puis m'aventurer à le commenter, sans courir le risque d'être accusé de vouloir déprécier sa valeur (1). Sur un sujet de médecine donné, un médecin assez capable peut obtenir une grande quantité d'indications ayant une certaine valeur et éviter ainsi une grande perte de temps et de travail. D'un autre côté, quand il se mettra à examiner les livres et les articles indiqués, il trouvera que la moitié au moins ne vaut rien, pourvu qu'il puisse examiner l'autre moitié, parce que ce sont des dilutions, des amplifications, des redites et des résumés des travaux originaux. Si le chercheur se trouve dans la bibliothèque, il ne perd pas beaucoup de temps, car il peut rapidement examiner et laisser de côté ce qui ne fait pas son affaire. Si, au contraire, il se sert du catalogue dans une autre bibliothèque, comme celle de Londres, le cas est différent. Il est fort peu probable qu'il trouve dans une même collection tous les livres auxquels il sera renvoyé, et alors vient ce doute pénible qu'il a peut-être passé quelque ouvrage important. Comment saura-t-il si, dans son mémoire sur les fonctions du pneumogastrique, Smith a, oui ou non, la priorité sur sa propre théorie relative à l'influence de ce nerf sur l'hypertrophie des amygdales? Et dans tous

(1) Ce catalogue a été dressé d'après le plan et sous la direction de M. Billings.

les cas pareils : *omne ignotum est pro magnifico*. Dans une bibliographie du sujet, préparée dans le genre du catalogue, il ne trouverait aucune mention du travail de Smith, ou peut-être mieux, il trouverait une note indiquant que ce travail n'est qu'un extrait ou une compilation. Le fait de ne pas trouver le livre de Smith dans la bibliothèque de Londres, ni même quelque allusion à ce travail dans les meilleurs traités sur le sujet, doit l'amener à ignorer tout à fait son existence.

Selon son courage et sa résolution de noter non seulement tout ce qui a été écrit sur le sujet qui l'occupe, mais encore de suivre sans s'en départir la règle d'or de vérifier toutes ses indications, le jeune écrivain est exposé à dévier de ses recherches directes pour tomber dans les nombreux sentiers fleuris des théories bizarres et curieuses qui s'embranchent de tous côtés. Il faut qu'il se garde contre ce danger, sans quoi il trouvera qu'il perd son temps et son courage à tourner autour d'une menue paille qui a été depuis longtemps battue, rebattue et vannée.

Je n'ai cependant pas l'intention de vous exposer les méthodes et les principes de la bibliographie; il me suffit de vous démontrer leur importance et d'attirer votre attention sur ce point que, savoir comment et où trouver la mention d'un fait est souvent d'un usage plus pratique que la connaissance du fait lui-même, de même que nous avons une encyclopédie pour nous en servir de temps en temps, et non pour la lire d'une couverture à l'autre.

L'instruction en histoire et littérature de la médecine ne fait pas partie du cours d'éducation médicale dans les écoles anglaises et américaines, et je ne serais pas disposé à recommander son introduction dans le programme si elle devait être établie sur les modèles français et allemands; mais il semble possible de faire un pas dans cette direction, et avec grand avantage, non seulement comme un moyen de culture intellectuelle générale, comme d'apprendre aux étudiants à penser, mais en se plaçant à un point de vue purement pratique, en leur apprenant à se servir le mieux possible des instruments de leur profession, car les livres peuvent à juste titre être comparés à des bistouris, dont l'index est le manche. Cette instruction devrait être donnée dans une bibliothèque, tout comme la chimie doit être enseignée dans un laboratoire. La voie à suivre pour apprendre l'histoire et la bibliographie est de les faire; et ce que le professeur peut faire de mieux, c'est de montrer à ses élèves comment il faut s'y prendre.

En l'absence de toute instruction de ce genre, l'étudiant est exposé à gaspiller beaucoup de temps en recherches bibliographiques. On a fait dans cette direction beaucoup plus que la plupart des écrivains semblent le supposer, et il n'y a pas beaucoup de sujets en médecine qui n'aient été traités à ce point de vue. Naturellement, tout n'est pas bibliographie qui prétend l'être. Beaucoup de ces listes d'indications, si compendieuses et si ennuyeuses, qui sont maintenant si communes dans les articles des journaux de médecine, ont été largement puisées de seconde main, et ainsi elles engendrent et perpétuent des erreurs. Il est bon de se garder d'une fausse vanité en pareille matière. Laisser échapper une indication n'est nullement déshonorant; mais donner une indication fausse, ou en donner deux pour le même fait, faute d'avoir vérifié, constitue une forte présomption que la bibliographie a été faite sans soin et de seconde main. Cependant les articles de journaux et spécialement les recueils de faits endurent parfois d'étranges *transmogrifications*. Que de fois ne m'est-il pas arrivé de voir un travail français ou allemand, traduit et condensé dans le *London medical Record*, reparaître en extrait sous le nom du traducteur dans un journal américain, puis, traduit de nouveau, avec addition de quelques particularités nouvelles, dans un journal du continent, et enfin peut-être, remanié et réédité comme contribution originale dans les pages du *Little Peddlington medical universe!*

A ce propos, il est bon de rappeler qu'une simple accumulation d'observations, quelque grand qu'en soit le nombre, ne constitue pas la science, surtout si ces observations ont été rassemblées sous l'influence des mêmes opinions et dans des conditions essentiellement semblables.

La science recherche la loi qui gouverne ou explique le phénomène, et lorsque cette loi est trouvée, la réunion de faits isolés de son action devient ordinairement peu importante en ce qui concerne la loi. Nous nous occupons peu maintenant des relations des expériences chimiques d'il y a un siècle, et les nombreux mémoires sur les premiers cas de l'emploi de l'éther ou du chloroforme ont actuellement si peu d'intérêt, que ce n'est pas la peine de les rappeler dans une bibliographie du sujet. Et quoiqu'on ait fait beaucoup pour classer et *indexer* nos recueils médicaux (beaucoup plus en réalité que la plupart des médecins le supposent, le résultat obtenu mérite à peine, comme l'a dit Helmholtz, le nom de science, puisqu'il ne nous permet ni de voir les rapports complets ni de prévoir le but qu'on atteindra dans de nouvelles conditions non encore essayées.

Peut-être trouvera-t-on que je déprécie la valeur des idées que nos maîtres ont laissées après eux, et qui ont fourni les fondations sur lesquelles nous avons construit, que je diminue l'importance des grandes bibliothèques médicales dans lesquelles ces idées sont conservées, et que je parle légèrement de l'utilité des catalogues, index, bibliographies, sans lesquels les bibliothèques sont comme des déserts sauvages et sans routes frayées?

S'il en est ainsi, j'ai dit ce que je n'avais pas l'intention de dire. Le sujet a été considéré au point de vue de ce qu'on appelle habituellement la division du travail, et que, suivant moi, on devrait appeler maintenant évolution et différenciation ; et cela a été fait parce que la vie est courte et que l'art est long — avec l'agréable perspective de le devenir encore davantage.

Il n'est sûrement pas nécessaire pour moi d'entreprendre le panégyrique des livres et des bibliothèques. Comme dit le docteur Holmes : « Il n'est pas besoin de défendre l'utilité pratique directe de toute espèce d'étude. Nos rayons contiennent un grand nombre de livres qu'une certaine classe d'étudiants en médecine seule aura l'occasion de consulter. Il y

a une littérature médicale morte, et une autre vivante; la morte n'est pas tout ancienne, ni la vivante toute moderne. Il n'y a aucun livre, moderne ou ancien qui, s'il n'a pas une valeur vivante pour l'étudiant, ne lui apprendra rien par son autopsie. Mais c'est par la littérature vivante de sa profession que le praticien est le premier de ses pairs. »

En médecine, comme en science sociale, nous devons dépendre, pour beaucoup de faits, de l'observation, de conditions qui surviennent très rarement, et qu'on ne peut répéter à plaisir. J'ai déjà fait allusion à l'importance des vivisections de la nature pour le physiologiste, et la relation d'un cas publié il y a un siècle peut être justement le chaînon dont il a besoin pour relier les résultats de ses expériences d'hier avec les théories existantes. Le cas qui d'abord semble unique et inexplicable reçoit et donne à la fois la lumière lorsqu'on le compare aux faits anciens.

Une science médicale, comme les autres sciences, doit dépendre de la classification des faits, de la comparaison de cas semblables sous beaucoup de rapports, mais différant quelque peu, soit par leurs phénomènes, soit par le milieu dans lequel ils se passent. Le grand obstacle au développement d'une science médicale est la difficulté de s'assurer que les cas sont suffisamment semblables pour être comparables, — difficulté qui est largement due elle-même à des relations insuffisantes et erronées des phénomènes observés. Ces lacunes dans les relations sont dues en grande partie: 1° à l'ignorance de la part de l'observateur; 2° au manque de moyens convenables pour décrire avec précision les phénomènes; 3° aux conditions confuses et défectueuses de notre nomenclature et de nos classifications nosologiques. Examinons brièvement chacun de ces points.

Très peu nombreux sont les hommes qui peuvent, par et pour eux-mêmes, voir et décrire les choses qu'ils ont devant les yeux. De même qu'il a fallu des milliers d'années pour produire un homme qui puisse voir, ce que maintenant chacun peut voir quand on le lui montre, que l'étoile Alpha du Capricorne est réellement deux étoiles séparées, de même il a fallu attendre longtemps avant que l'homme vînt, qui pût voir la différence qui existe entre la rougeole et la scarlatine, et plus longtemps encore celui qui pût distinguer le typhus de la fièvre typhoïde. « Il sera pour moi comme un dieu, dit Platon, celui qui pourra diviser et définir juste. » Les hommes qui possèdent cette faculté — le *Blick* des Allemands, — nous ne pouvons les produire directement par aucun système d'éducation; ils viennent sans que nous sachions ni quand ni comment, « formant une petite bande, une seule intelligence dont les pensées et les travaux sont le criterium de nos facultés les plus élevées. Un seul auteur dramatique anglais ou un seul mathématicien anglais ont probablement égalé en étendue et en excellence de travail original, chacun dans leur ordre d'idées, tous les travaux analogues de leurs compatriotes réunis (1) ».

Mais ne pouvons-nous rien faire pour augmenter le nombre des observateurs, en leur disant ce qu'il faut observer? Il est probable qu'on pourra accomplir beaucoup dans cette direction, pourvu qu'on ait soin de limiter le champ. Les *manuels* d'observation au lit du malade et à la salle d'autopsie sont très bons dans leur ordre d'idées, mais ils ne peuvent jamais être faits pour être à la portée de la grande majorité de la profession, et si même ils l'étaient, ils ne seraient pas de grande utilité. Si un très petit nombre de questions distinctes étaient portées à l'attention du médecin praticien, il serait plus souvent en éveil pour y répondre. Il faudrait se souvenir que la chance peut présenter au praticien le plus obscur l'occasion d'observer une chose que le plus grand maître peut n'avoir jamais vue.

La grande difficulté est de trouver ces questions préparées. Elles doivent se rapporter aux sujets qui sont encore dans les régions nébuleuses situées entre le connu et l'inconnu, aux points qui ne sont pas encore clairs, mais dont ce que nous connaissons suffit pour rendre probable qu'en cherchant dans une direction donnée on pourrait les éclaircir; et pour préparer ces questions il faut non seulement être instruit, mais posséder encore quelque chose de plus. Il arrive d'ordinaire que l'homme qui possède cette faculté s'efforce de répondre lui-même aux questions, et nul doute qu'il ne puisse en général le faire mieux qu'un autre. Mais on peut faire beaucoup pour déterminer et indiquer ce que nous ne savons pas, et cela a aidé puissamment aux progrès de la physiologie dans ces dernières années.

J'ai eu l'occasion de faire allusion à cela en parlant de l'ouvrage du docteur Michael Foster sur la physiologie, dans chaque chapitre duquel il s'est efforcé de séparer ce qu'on peut considérer comme prouvé de ce qui est simplement probable; et on trouve presque à chaque page l'indication du travail à faire.

Un autre exemple de ce que je veux dire se trouve dans un mémoire sur les renseignements donnés par les autopsies, du professeur H.-P. Bowditch, de Boston (*Trans. Mass. Med. legal Soc.*, I, 1880, p. 139). Prenant les résultats de recherches sur les dimensions absolues et relatives des organes à différentes périodes de la vie, et en rapport avec différentes tendances morbides, recherches récemment publiées par le professeur Beneke, de Warburg, le docteur Bowditch demande qu'on recueille un aussi grand nombre que possible de renseignements semblables, et choisit certains résultats donnés par le professeur Beneke pour sujets d'études spéciales; par exemple, que la diathèse cancéreuse est associée avec un cœur volumineux et puissant, des artères larges, mais une artère pulmonaire relativement petite, des poumons petits, des os et muscles bien développés, et un tissu adipeux assez abondant. On ne peut douter que ceux qui liront les travaux de MM. Beneke et Bowditch ne soient amenés à examiner des choses qui auparavant n'avaient aucun intérêt pour eux, et par suite, à faire et à publier sur l'anatomie pathologique des observations qui sans cela eussent été perdues.

La seconde difficulté, celle qui a trait au manque de moyens pour faire de bonnes descriptions, est celle qui s'ac-

(1) Iles, *Mathematics in evolution*. (*Popular Science Monthly*, 1876, IX, p. 207.)

croît le moins chaque année. Nous devons être modestes dans nos prédictions sur ce qui peut être accompli dans l'avenir pour arriver à la solution de notre énigme de sphinx. Nous voyons comme à travers un verre noirci, et excepté à travers ce verre, nous ne voyons rien ; mais au moins nous avons fait de tels progrès que ce que nous voyons, nous pouvons le décrire assez bien pour que nos successeurs, même encore à naître, puissent aussi le voir; et c'est grâce à ce fait qu'une partie de la littérature médicale du dernier quart de siècle aura plus de valeur que tout ce qui l'a précédée.

Les descriptions des maladies tracées par Hippocrate et Sydenham, ou même par Graves et Trousseau, tout intéressantes et précieuses qu'elles soient, ne sont pas comparables à celles de nos éminents cliniciens d'à présent. Cependant, combien les meilleures de ces descriptions sont encore imparfaites sur bien des points, si on les compare à ce qu'elles pourraient être, avec les ressources que nous avons à notre disposition ! Les tableaux des températures ont permis d'éviter les erreurs qui surviennent nécessairement quand on essaye de comparer de mémoire les sensations perçues la semaine dernière à celles d'aujourd'hui ; de même la balance et l'éprouvette nous permettent d'évaluer, avec une précision presque complète, les modifications des tissus de nos malades par les variations constatées dans leurs excrétions; mais nous devons encore nous fier à notre mémoire, ou aux descriptions imparfaites des autres, quand nous essayons de comparer les résultats obtenus plusieurs jours de suite par l'auscultation ou la percussion, bien que le phonographe et le microphone nous fassent entrevoir la possibilité soit de reproduire soigneusement les sons de la veille, soit de les transmettre en signes visibles, peut-être par quelque chose d'analogue à la dépêche télégraphique au point et au trait qui peut alors être imprimée, et ainsi comparée à d'autres par les lecteurs des antipodes.

Nous commençons à compter les globules du sang et à employer la photomicrographie, mais nous ne pouvons pas encore appliquer ce dernier procédé au premier, ce qui permettrait à chaque lecteur de compter par lui-même.

Les connexions de la médecine avec les sciences physiques deviennent plus étroites d'année en année, et les méthodes par lesquelles ces sciences sont arrivées à leur état actuel sont celles qui ont fait ou feront progresser la thérapeutique, aussi bien que le diagnostic, ou les recherches physiologiques. Ces méthodes reposent principalement sur les soins minutieux, augmentant sans cesse, qu'on apporte aux mensurations, aux expressions donnant les manifestations de force en termes d'une autre force, ou de dimension en espace ou en temps. La balance et le galvanomètre, le microscope et le pendule, les chambres claires ou obscures, le sphygmographe, le thermomètre, sont quelques-uns des moyens que les observateurs, au lit du malade et dans le laboratoire, emploient pour obtenir des renseignements qui soient indépendants de leurs propres sensations ou de leurs évaluations personnelles, qui soient recueillis et employés comme exprimant, non des opinions, mais des faits; et à chaque addition ou chaque amélioration à ces moyens d'investigation et d'inscription, le champ d'observation s'élargit, et des matériaux nouveaux et plus précieux sont fournis par l'application de méthodes logiques et mathématiques.

Quant à la troisième difficulté dont j'ai parlé, savoir notre terminologie confuse et défectueuse, je n'ai rien à y voir. « La science, a dit Condillac, est un langage bien fait. » Et bien que cela soit loin d'être toute la vérité, c'en est du moins une partie importante. En examinant des statistiques et des comptes rendus médicaux, il est nécessaire d'avoir constamment à l'esprit que, pour comprendre beaucoup de termes, nous devons savoir ce que l'écrivain entend par eux. Lorsque, par exemple, nous trouvons dans ces statistiques un certain nombre de morts attribuées à la gastro-entérite, au croup, à la scrofule, nous devons tenir compte du pays, de l'époque et de l'individualité de l'auteur, afin de pouvoir nous faire une opinion exacte de ce qu'il a voulu dire.

Les trois difficultés dont nous avons parlé, bien que les plus importantes, sont loin d'être les seules causes de la confusion et de l'imperfection de nos publications.

Parmi les ennuis de la seconde classe, que le chercheur peut rencontrer, se trouvent en tête les titres défectueux ou trompeurs, et dans l'intérêt des lecteurs et des biographes de l'avenir, je voudrais prier les auteurs, et plus spécialement les éditeurs, d'accorder plus d'attention que ne le font beaucoup d'entre eux, aux titres et index. Les hommes pour lesquels vos travaux auront la plus grande importance, et qui en feront le meilleur usage s'ils les connaissent, sont pour la plupart de grands travailleurs, des hommes très occupés qui ont le droit de demander que les tables de vos ouvrages soient faites avec des matériaux convenablement préparés et non avec des notes informes.

Les éditeurs des *transactions* ou *bulletins* des sociétés, que ceux-ci soient insérés dans les journaux ou publiés à part, commettent de nombreux péchés par omission dans la matière des titres. La règle devrait être que chaque article digne d'être imprimé soit digne d'avoir un titre distinct, qui serait aussi concis qu'un télégramme, et imprimé avec des caractères spéciaux. Si l'auteur ne donne pas un titre de ce genre, c'est à l'éditeur de le faire ; et il ne devrait pas se contenter de titres comme : *cas cliniques, — accouchement difficile, — une tumeur remarquable, — cas de plaie, avec remarques.* — Les quatre règles pour la préparation d'un article pour un journal devraient être : 1° avoir quelque chose à dire ; 2° le dire ; 3° s'arrêter aussitôt qu'on l'a dit ; 4° donner au travail un titre convenable.

Quelques sociétés et éditeurs ne semblent pas apprécier complètement leur responsabilité pour les articles qu'ils acceptent de publier, — responsabilité qu'on ne peut entièrement rejeter par une déclaration préalable dans ce sens. Cela est dû à ce fait que, bien que les mérites d'un travail puissent ordinairement être déterminés par l'examen, ce n'est pas toujours le cas. Dans chaque pays il y a des écrivains et des orateurs dont les opinions sont accueillies avec une très grande méfiance par ceux qui sont le mieux posés pour les juger. En admettant que les faits avancés sont

vrais, le mémoire doit avoir beaucoup d'intérêt et de valeur. Mais l'éditeur devrait se rappeler qu'un certain nombre de lecteurs, et spécialement ceux qui sont à l'étranger, n'ont sur le caractère de l'auteur aucun autre renseignement que ce fait qu'ils trouvent son travail en bonne compagnie.

Dans la littérature médicale, comme dans les autres branches de la science, nous trouvons des livres et des mémoires rédigés par des hommes qui sont, constitutionnellement ou non, incapables de dire la vérité simple, littérale, sur leurs observations et leurs expériences, bien qu'ils puissent ne pas écrire avec l'intention arrêtée de tromper, ou par des hommes qui cherchent à se mettre en évidence en publiant, de propos délibéré, des faussetés sur les résultats de leur pratique. De tels hommes sont d'ordinaire appréciés à leur juste valeur dans leur entourage immédiat et se trouvent obligés d'envoyer leurs communications à des feuilles ou à des sociétés éloignées pour en assurer la publication.

Je présume que vous êtes tous familiers avec la sensation particulière de défiance que soulève une explication trop complète. La relation d'un cas dans laquelle chaque symptôme observé et l'effet de chaque remède administré sont minutieusement rapportés, dans laquelle aucun phénomène ne reste sans explication, est d'ordinaire suspecte, car elle implique soit une observation superficielle, soit la suppression ou la distorsion de quelqu'un des faits. Une représentation diagrammatique est habituellement beaucoup plus claire qu'une bonne photographie, mais elle a bien moins de valeur comme base pour un travail futur.

Aucun fait n'est plus familier à cette assemblée que la vaste étendue du champ de la science d'aujourd'hui — si vaste que peu d'entre nous peuvent espérer en explorer plus qu'une petite partie, et cependant si étroitement uni que même la petite partie ne peut être étreinte sans avoir connaissance d'une partie beaucoup plus grande.

Il y a un peu plus d'un siècle, Haller, à Gœttingue, était professeur d'anatomie, de botanique, de physiologie, de chirurgie et d'obstétrique et faisait des conférences sur la jurisprudence médicale. En même temps, il écrivait une revue par semaine et résumait la littérature médicale existante dans ses *Bibliotheca*. Aujourd'hui, chacune de ces branches prend tout le temps des plus laborieux et des plus instruits de nos contemporains; mais, en revanche, les docteurs d'aujourd'hui qui ont fait de bonnes études pourraient donner à Haller de précieuses leçons dans chacune des branches dont il était professeur. Il est vrai aussi, comme je l'ai démontré, que notre progrès actuel n'est nullement en proportion du travail accompli, ni aussi grand que ces constatations purement quantitatives sembleraient l'indiquer.

La science a été appelée la topographie de l'ignorance. De points un peu élevés, nous triangulons de vastes espaces, renfermant une infinité de détails inconnus. Nous jetons la sonde et nous retirons un peu de sable d'abîmes dont nous n'atteindrons jamais le fond avec nos dragues.

S'il est vrai que nous ne nous comprenions qu'imparfaitement en bonne santé, cela est encore plus manifeste dans la maladie, où les actions naturelles imparfaitement comprises, troublées dans une voie obscure par des causes demi-vues, rampent et roulent dans les ténèbres vers leur but, parfois employant nos remèdes comme un marchepied sûr, parfois, peut-être, trébuchant sur eux comme sur des obstacles (1).

Dans les jours d'autrefois, quand la profession médicale, ou une simple spécialité médicale, était un héritage dans certaines familles, une grande partie de leur science et l'efficacité de leurs remèdes passaient pour dépendre de ce qu'ils étaient gardés dans un profond secret. Parmi les préceptes de la magie, il n'y en avait aucun de plus significatif que celui qui déclarait que la communication des formules détruisait leur puissance, et qu'ainsi toute tentative pour révéler le secret devait toujours échouer.

Nous avons changé tout cela. Chaque médecin se hâte de publier ses découvertes et son savoir spécial, et un bon nombre font la même chose pour ce qui n'est ni spécial ni savoir. Pour l'individu à un certain degré, pour la nation ou la race à un degré beaucoup plus élevé, la littérature produite est le souvenir le plus durable. Tout le résultat de la civilisation a été cyniquement défini comme étant en gros : « Trois cents millions de Chinois, deux cents millions de naturels dans les Indes, deux cents millions d'Européens et d'Américains du Nord, et un mélange d'une ou deux centaines de millions de centre Asiatiques, de Malais, d'insulaires de la mer du Sud, etc. ; et au-dessus et par-dessus tout le reste, la bibliothèque du British Museum. Tel est le résultat net d'une lutte indéfiniment longue entre les fardeaux de toutes sortes et les forces humaines qui se développent d'elles-mêmes dans les efforts qu'elles font pour les soulever (2) ».

Et ainsi, dans nos grandes bibliothèques médicales, chacun des in-folio et des petites plaquettes imprimés en petites lettres noires bizarres, qui caractérisent les deux premiers siècles de l'imprimerie, ou les volumes bon marché et ignobles des temps plus modernes, avec leur papier scrofuleux et leur abominable typographie, représentent en grande partie la vie d'un membre de notre profession et le fruit de ses travaux, et c'est par ce fait que nous le connaissons.

Après avoir rappelé que les physiciens modernes ont démontré que le soleil s'en va, que la terre court à la rencontre du soleil, et que par suite notre planète, avec tout ce qu'elle contient, sera grillée ou gelée, le professeur Cliffort conclut ainsi : « Notre intérêt dépend tellement du passé qu'il peut servir à guider nos actions dans le présent, et tellement de l'avenir qu'il sera influencé par nos actions actuelles. Nous n'en savons pas davantage et nous ne devons pas nous en préoccuper. Cela semble-t-il dire : mangeons et buvons, car nous mourrons demain? Non sans doute, mais plutôt : prenons-nous la main et espérons, car aujourd'hui nous vivons ensemble. » A cela, j'ajouterai un verset du Thalmud qui vous rappellera le premier aphorisme d'Hippocrate et qui n'en est pas plus mauvais pour cela : « La journée est courte et le

(1) *Border lines of knowledge*, etc., par O. W. Holmes, Boston, 1862, p. 7, 8.

(2) *Liberty, Equality, Fraternity*, par James Fitz-James Stephen, New-York, 1873, p. 178.

travail est grand ; la récompense aussi est grande et l'ouvrage presse. Ce n'est pas à toi qu'il incombe de finir l'ouvrage, mais tu ne dois pas cependant cesser de travailler. »

J.-S. Billings

PHYSIQUE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. MASCART

Deux leçons préliminaires d'électricité (1).

Force électrique. — Lorsqu'un système est composé de masses électriques réparties d'une façon quelconque, chacune d'elles est capable d'exercer une action attractive ou répulsive sur toute autre masse électrique. Si nous imaginons une masse positive égale à l'unité située en un point déterminé, elle subira de la part de chacune des masses électriques négatives données une attraction, et de la part de chacune des masses positives une répulsion ; toutes ces forces attractives et répulsives auront une résultante, qui est appelée la *force électrique en ce point.*

Nous ne pouvons exprimer numériquement la force électrique en un point qu'à la condition de définir l'unité de masse électrique que nous avons déjà dit être la masse qui, agissant sur une masse égale située à l'unité de distance, produit une force égale à l'unité. Comme nous l'avons remarqué précédemment, cette unité de masse électrique dépend du choix des unités de force et de longueur. Dans le congrès des électriciens qui vient d'avoir lieu à l'occasion de l'exposition internationale d'électricité, on est convenu de prendre pour unité de longueur le centimètre ; pour des raisons que nous n'avons pas à exposer ici, on n'a pas choisi d'unité de force, mais on a pris comme unité de masse la masse de 1 gramme, en adoptant la seconde comme unité de temps. Partant de là, nous pouvons facilement calculer la valeur de l'unité de force. Ce sera, en effet, la force qui, appliquée à la masse de 1 gramme, lui imprimera une accélération égale à 1 centimètre en une seconde. Or, les forces appliquées à une même masse sont proportionnelles aux accélérations qu'elles lui impriment ; si donc la force de 1 gramme, appliquée à la masse de 1 gramme, lui imprime une accélération égale à 981 centimètres à Paris, la force de $\frac{1^{gr}}{981}$, appliquée à la même masse, lui imprimera une accélération égale à 1 centimètre. L'unité de force adoptée est donc égale à $\frac{1^{gr}}{981}$, ou $1^{mgr},0194$, c'est-à-dire approximativement 1 milligramme. En définitive, l'unité de masse électrique est telle que, agissant sur une masse égale à la distance de 1 centimètre, elle produit une force égale à 1 milligramme.

La force électrique en un point varie en grandeur et en direction avec la position de ce point par rapport au système électrique considéré. La portion de l'espace où se font sentir des forces électriques forme ce que l'on nomme un *champ électrique.* Il y a des champs électriques illimités ou plutôt qui n'ont d'autre limite que la limite de sensibilité des appareils ; il y en a d'autres, et nous en verrons un exemple dans le cours de cette leçon, qui sont rigoureusement limités à une enceinte matérielle. — Lorsque la force électrique en tous les points du champ a une direction constante, le champ électrique est dit *uniforme,* et l'on démontre facilement que la grandeur de la force y reste aussi constante.

Influence électrique. — Nous avons montré précédemment qu'un corps conducteur peut s'électriser quand on le met au contact d'un autre corps électrisé. Nous allons voir qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer le contact et qu'il suffit d'approcher le corps électrisé du conducteur primitivement à l'état neutre. Prenons, en effet, un double pendule à fils conducteurs et dont le support métallique est en communication avec le sol, et approchons au-dessous des balles de sureau un bâton de cire d'Espagne frotté avec de la peau de chat : nous constatons que les balles, en même temps qu'elles sont attirées vers la cire d'Espagne, se repoussent entre elles ; elles sont donc toutes deux chargées de la même électricité, et cette électricité est de signe contraire à celle du bâton de verre. Donc, lorsqu'on approche un corps électrisé d'un corps conducteur, on constate la présence de l'électricité sur les parties du conducteur voisines du corps électrisé, et cette électricité est de signe contraire à la *première.* — *Reprenons* encore, pour l'interpréter, l'une des expériences faites avec l'électroscope à feuilles d'or : si nous approchons au-dessus du plateau de l'électroscope une lame de caoutchouc frottée, on constate que les feuilles d'or divergent. Donc, lorsque l'on met un corps électrisé au voisinage d'un conducteur à l'état neutre, il se développe de l'électricité sur les parties du conducteur les plus éloignées du corps primitivement électrisé. — Ce développement d'électricité à distance sur un conducteur amené au voisinage d'un corps électrisé porte le nom d'*électrisation par influence* ou *influence électrostatique*. Le corps qui s'électrise ainsi est dit corps influencé ou induit, le corps électrisé qui détermine l'influence est dit corps influent ou inducteur.

En général, tout conducteur placé dans un champ électrique s'électrise par influence. Prenons le même cylindre métallique isolé qui nous a déjà servi dans la leçon précédente pour l'étude de la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs, et, au moyen d'un plan d'épreuve que nous portons dans l'électromètre, constatons qu'il est à l'état neutre. Puis approchons une sphère métallique isolée, dont le centre serait sur le prolongement de l'axe du cylindre et que nous avons chargée à l'avance d'électricité positive : le cylindre sera maintenant électrisé, car le plan d'épreuve, porté à l'électromètre après avoir touché un point quelconque du cylindre, imprimera à l'aiguille une déviation.

Touchons d'abord l'extrémité du cylindre voisine de la sphère, et constatons que la déviation de l'aiguille de l'élec-

(1) Voir *Revue scientifique*, 1882, n° 5, p. 129.

tromètre a lieu vers la portion négative de l'échelle. Ramenons l'aiguille au zéro en la mettant en communication un instant avec le sol, puis faisons pour l'autre extrémité la même opération que pour la première, et nous voyons que l'image lumineuse est déviée vers la partie positive de l'échelle. Donc un corps conducteur, placé dans le champ électrique d'une sphère électrisée, prend de l'électricité de même nom que celle de la sphère dans sa portion la plus éloignée de cette sphère et de l'électricité de nom contraire sur la partie la plus voisine.

Il est curieux de voir comment l'électricité est distribuée sur le corps influencé. En opérant comme nous l'avons fait pour l'étude de la distribution, dans la précédente leçon, nous allons constater que la région négative est beaucoup plus restreinte que la région positive ; ces deux régions sont séparées par une ligne neutre. L'expérience met un autre fait en évidence : c'est que la densité électrique est beaucoup plus grande sur la région négative que sur la région positive aux points homologues; on peut représenter la densité en chaque point par la longueur de la normale au cylindre comprise entre sa surface et une autre surface extérieure. — Sur la sphère inductrice elle-même, la distribution, qui serait uniforme dans le cas où cette sphère ne serait au voisinage d'aucun corps conducteur, va être modifiée par la présence du cylindre influencé ; nous constatons, en effet, que la densité électrique présente un maximum au point le plus voisin du cylindre, et un minimum au point diamétralement opposé.

Rappelons-nous que par le frottement se développent toujours deux masses électriques égales et de signes contraires. En est-il de même pour l'électrisation par influence? On peut le vérifier grossièrement en constatant que l'action de la sphère inductrice seule sur un point quelconque situé à grande distance reste la même quand on approche de cette sphère le cylindre isolé destiné à subir l'influence ; cette expérience prouve en effet que les deux masses électriques développées sur ce cylindre ont des actions égales et opposées sur un point éloigné et que par suite ces masses sont égales. — Mais on a un moyen plus simple de vérifier le fait. On approche le cylindre isolé de la sphère inductrice, puis on l'en éloigne; on constate alors que ce cylindre, qui s'était chargé de deux masses électriques de signes contraires à l'approche de la sphère inductrice, ne présente plus aucun caractère électrique : donc en chaque point la densité positive est égale à la densité négative, par conséquent les deux masses développées par influence sont égales. Il faut avoir soin, lorsqu'on procède à cette vérification, de ne pas laisser longtemps le cylindre influencé au voisinage du corps influent, pour éviter les effets de déperdition. — On peut remplacer la sphère influente par un plateau électrisé et le cylindre induit par la partie conductrice d'un électroscope à feuilles d'or : les feuilles divergent à l'approche du plateau inducteur tenu à la main par l'intermédiaire d'un manche isolant, et retombent au contact dès que ce plateau s'éloigne.

On a essayé de relier ces phénomènes, comme tous ceux que nous avons étudiés jusqu'à présent, par des hypothèses sur la nature de l'électricité. D'après Symmer, les propriétés électriques des corps sont dues à des fluides impondérables. Il y aurait deux fluides, l'un positif, l'autre négatif, correspondant aux deux espèces d'électricité. Tout corps à l'état neutre contiendrait des quantités illimitées et égales de ces deux fluides, formant ensemble le fluide neutre. Les divers procédés d'électrisation des corps ne seraient que des moyens soit pour séparer ces deux fluides, soit pour augmenter ou diminuer la quantité de l'un d'eux. — Sous l'action d'une sphère possédant un excès de fluide positif, une partie des deux fluides mélangés sur le cylindre qui a servi à nos expériences de tout à l'heure a subi une décomposition : le fluide négatif a été attiré vers l'extrémité la plus voisine de la sphère et le fluide positif repoussé à l'autre extrémité ; l'équilibre a été établi dès que les trois actions de la sphère inductrice et des deux masses électriques déjà développées par influence sur une molécule du fluide neutre ont eu une résultante nulle. Il résulte clairement de là que la région négative du cylindre doit être plus restreinte que la région positive et que, par suite, la densité en un point de la première région doit être plus grande qu'au point correspondant de la seconde.

Cette théorie se prête facilement encore à l'explication du fait suivant. Reprenons l'expérience que nous venons de faire pour étudier la distribution de l'électricité induite sur un cylindre ; mais, au lieu de toucher les divers points du cylindre avec le plan d'épreuve pour le porter chaque fois sur l'électromètre, relions ce plan d'épreuve à l'électromètre par un long fil conducteur et touchons successivement les deux extrémités et différents autres points du cylindre : nous constatons que l'électromètre accuse toujours le même signe électrique, quel que soit le point touché. L'on conçoit en effet que, à chaque contact et quel que soit le point de contact, l'électromètre et le cylindre ne forment plus qu'un conducteur unique dont la partie la plus éloignée du corps inducteur est l'électromètre qui se chargera toujours d'un fluide de même signe que le fluide inducteur.

D'après la théorie de Symmer, qui rend un compte suffisant des expériences, une petite boule conductrice, placée en un point d'un champ électrique, s'électrise par influence et la surface de séparation des deux électricités développées est normale à la force électrique en ce point. On peut donc dire inversement que si un petit corps conducteur primitivement à l'état neutre et amené en un point de l'espace s'y électrise par influence, c'est qu'en ce point s'exerce une force électrique. Nous avons ainsi un moyen pour rechercher si un point donné de l'espace fait partie d'un champ électrique. — Appliquons cette méthode à l'étude de la portion de l'espace comprise à l'intérieur d'un conducteur creux électrisé. Prenons un petit corps conducteur à l'état neutre, formé de deux petites boules égales portées par des fils de soie ; les maintenant au contact, portons-les ensemble dans l'intérieur d'un grand cylindre de Faraday électrisé et isolé, sans le toucher; écartons-les légèrement et portons-les successivement à l'électromètre : aucune d'elles ne produit la plus petite déviation, et cela, quelle qu'ait été la position des deux

boules à l'intérieur du cylindre. Il résulte de là qu'en tout point intérieur du cylindre la force électrique est nulle; s'il y avait en effet une force électrique au point où l'on a introduit le système des deux boules, il y aurait eu électrisation du système par influence et, après la disjonction de ces deux boules, l'une aurait eu un excès d'électricité positive et l'autre un excès d'électricité négative. Donc à l'intérieur d'un conducteur électrisé, non seulement il n'y a pas d'électricité, mais encore il n'y a pas de force électrique.

Terminons ces considérations générales sur l'influence par un dernier cas particulier : je veux parler de l'influence sur un conducteur fermé par un corps électrisé placé à l'intérieur. Plaçons un cylindre de Faraday sur le plateau de l'électroscope à feuilles d'or, le tout à l'état neutre. Puis, électrisons une boule conductrice portée par un fil de soie et un manche de verre et introduisons-la dans l'intérieur du cylindre sans le toucher; dès qu'elle s'approche, les feuilles d'or divergent et leur divergence va en croissant jusqu'à ce que la boule soit à une certaine profondeur dans le cylindre ; à partir de ce moment, la divergence des feuilles d'or reste constante, quelle que soit la position de la boule inductrice, soit qu'on l'enfonce davantage dans le cylindre, soit qu'on la rapproche ou qu'on l'éloigne des parois. Or la boule inductrice, que nous supposerons positive, a produit par influence une couche négative sur la surface interne du cylindre et une masse positive à la surface externe et sur l'électroscope. Notre expérience prouve donc que cette dernière masse positive et sa distribution restent constantes, quelle que soit la position du corps influent à l'intérieur du corps influencé. Mais ce n'est pas tout : amenons la boule inductrice au contact de la paroi interne du cylindre et nous constatons que la divergence des feuilles d'or reste encore la même. Donc la masse négative développée par influence est égale à la masse positive du corps inducteur. — En résumé, lorsqu'on place un corps électrisé à l'intérieur d'un conducteur fermé, les deux masses électriques développées par influence sont indépendantes de la position du corps inducteur et chacune d'elles est égale à la masse inductrice ; en outre, la masse électrique externe a une distribution normale, c'est-à-dire serait en équilibre par elle-même sur le conducteur. — Si, avant de toucher le cylindre avec la boule influente, on met un instant le cylindre en communication avec le sol, les feuilles d'or retombent et leur divergence reste nulle, quelle que soit la position donnée à la boule (même lorsque cette dernière vient toucher la paroi interne du cylindre). L'on peut de plus vérifier par un procédé quelconque que la force électrique est alors nulle à l'extérieur du cylindre. On a ainsi l'exemple d'un champ électrique rigoureusement limité à l'enceinte matérielle du cylindre.

La connaissance des lois de l'influence électrique permet de donner leur véritable caractère aux premiers phénomènes électriques que nous avons décrits. Quand on approche un corps électrisé positivement ou négativement de petits corps légers placés sur une table, ils s'électrisent par influence : l'électricité de même signe que celle du corps inducteur s'écoule dans la table et de là dans le sol, tandis que l'électricité de signe contraire reste sur le disque de papier qui est attiré. Arrivé au contact du corps inducteur, le disque prend par conductibilité l'électricité de ce corps; c'est alors qu'il est repoussé; retombant sur la table, il est ramené à l'état neutre et peut subir de nouveau la même influence. — L'attraction des balles de sureau d'un pendule électrique par un corps électrisé a pour cause le même phénomène. — En un mot, tous phénomènes d'attraction de corps légers que nous avons constatés dans notre première leçon sont précédés d'une électrisation préalable par influence.

Des pointes. — Considérons un corps conducteur électrisé en équilibre et, pour plus de simplicité, supposons qu'il n'y a au voisinage aucun autre corps électrisé. Soit un élément ω de sa surface; l'électricité de cet élément subit une action répulsive de la part des charges électriques de tous les autres éléments de la surface, et, puisqu'il y a équilibre, la résultante de ces actions est normale à l'élément ω. L'électricité n'est maintenue sur cet élément que par la résistance que l'air oppose à sa propagation. Cette résultante presse sur l'air qui se trouve au contact de l'élément et porte le nom de pression électrostatique. Il est clair que cette pression électrostatique sur un élément ω varie dans le même sens que la densité électrique sur cet élément, c'est-à-dire que sur un conducteur électrisé les points où la densité électrique est *maxima* sont aussi ceux où la pression électrostatique acquiert sa plus grande valeur : ainsi sur un ellipsoïde, la pression électrostatique a sa plus grande intensité aux sommets du grand axe et sa plus petite aux sommets du petit axe.

Imaginons que la grandeur du petit axe d'un ellipsoïde électrisé diminue progressivement : nous savons que, dans ce cas, la densité électrique aux sommets du grand axe va croître d'une façon continue et avec elle la pression électrostatique. Il arrivera un moment où cette pression électrostatique sera supérieure à la résistance opposée par l'air : alors l'électricité, abandonnant le conducteur, s'échappera dans l'atmosphère. Ce phénomène se produira chaque fois qu'en un point de la surface d'un conducteur les deux rayons de courbure principaux seront très petits, c'est-à-dire chaque fois qu'en ce point se trouvera une pointe. L'expérience montre qu'il est impossible d'électriser un conducteur muni d'une pointe aiguë. — L'air, au voisinage de la pointe, se charge de l'électricité qui s'écoule et est alors repoussé vivement par la pointe : on a ainsi un vent électrique, que l'on met en évidence dans tous les cours de physique au moyen de la flamme d'une bougie.

Revenons à un conducteur électrisé de forme quelconque. Il est clair que l'action d'un élément superficiel ω' sur l'élément ω est égale et de signe contraire à l'action de l'élément ω sur l'élément ω'. On voit par là que la résultante des pressions électrostatiques sur tous les éléments superficiels d'un conducteur est nulle, quand il n'y a pas d'autres conducteurs électrisés dans le voisinage. Si, par un moyen quelconque, on vient à faire disparaître la charge de l'élément ω, la résultante ne sera plus nulle, ce sera une force égale et de signe contraire à la pression électrostatique en ω; si, par

exemple, en ∞ se trouve une pointe, le conducteur tendra à se mouvoir en sens contraire de la pointe. C'est l'expérience bien connue du tourniquet électrique. Pour obtenir un mouvement continu, il faut naturellement que le conducteur avec lequel le tourniquet est en communication reçoive constamment de l'électricité, puisqu'il en perd constamment : on possède dans les cabinets de physique de pareilles sources d'électricité, ce sont les machines électriques.

Les pointes déchargent les conducteurs, non seulement quand elles en font partie, mais encore lorsque, étant en communication avec le sol, elles sont placées au voisinage d'un conducteur électrisé. Elles agissent alors par influence. Voici un double pendule dont les balles divergent fortement; j'approche a une petite distance de son support conducteur une pointe métallique tenue à la main : immédiatement la divergence des balles diminue, d'abord très vite, ensuite plus lentement, jusqu'à devenir nulle. — La pointe, en effet, s'électrise par influence; comme elle est en communication avec le sol, elle se charge seulement d'électricité de signe contraire à l'électricité du double pendule, et cette électricité se porte vers la pointe d'où elle s'échappe pour aller diminuer progressivement la charge du conducteur. Une flamme peut jouer ainsi le rôle d'une pointe. Prenons un électroscope à feuilles d'or électrisé, puis approchons de son plateau la flamme d'une lampe à alcool tenue à la main; cette flamme communique avec le sol par l'intermédiaire d'une feuille d'étain et du corps humain : les feuilles d'or vont se rapprocher immédiatement pour se toucher bientôt.

Nous venons de dire, à propos du tourniquet électrique, que le vent électrique est dû à la répulsion de l'air électrisé au voisinage d'une pointe. On peut mettre facilement ce phénomène en évidence. Prenons une boîte métallique dont nous enlevons le couvercle et que nous retournons de façon à recouvrir, sans la toucher, une pointe conductrice en communication avec une machine électrique; cette boîte est, de plus, reliée directement au sol au moyen d'une petite chaîne et des tuyaux à gaz de la salle. Au bout de quelques instants, on ferme la boîte avec son couvercle et on la porte sur le plateau de l'électromètre à réflexion, l'image lumineuse reste au zéro; mais dès qu'on ouvre la boîte, l'image indique par sa déviation que la boîte est électrisée. En introduisant dans cette boîte de l'air électrisé positivement, par exemple, on a, en effet, électrisé par influence la boîte métallique; de l'électricité négative s'est développée sur la surface interne en quantité égale à la masse électrique de l'air intérieur, et de l'électricité positive s'est développée sur la surface externe et de là s'est écoulée dans le sol; cette surface extérieure ne présente donc d'abord aucun caractère électrique; mais dès qu'on ouvre la boîte, l'air électrisé s'échappe, l'électricité négative de la surface interne se répand sur la surface extérieure et sa présence est accusée par la déviation de l'aiguille de l'électromètre.

Quand d'ailleurs on a fait fonctionner pendant un certain temps une machine électrique dans un espace limité, comme la salle où nous opérons, l'air de cet espace est toujours électrisé. Si l'électroscope à feuilles d'or qui vient de nous servir ne se charge pas de l'électricité de l'air de la salle, c'est que cet air est peu conducteur et ne cède pas son électricité directement aux conducteurs solides. Mais nous pouvons établir une communication beaucoup plus complète entre l'air de la salle et l'électroscope à feuilles d'or ou l'électromètre à réflexion : plaçons sur le plateau de l'un de ces appareils une lampe à alcool allumée dont la mèche communique avec le plateau par une feuille d'étain : nous constatons que l'appareil prend une certaine charge électrique, qu'on peut enlever en touchant du doigt, mais qui reparaît aussitôt après. Cette charge n'est pas due à la combustion de l'alcool, car, en opérant dans une salle où l'air n'a pas été électrisé par des manipulations antérieures, l'électroscope ne manifeste aucune trace d'électrisation. — On peut remplacer la lampe à alcool par un vase conducteur duquel s'écoule dans l'air un filet d'eau : l'eau qui s'écoule est électrisée par influence et laisse sur l'appareil de l'électricité de nom contraire. C'est même là le moyen adopté généralement aujourd'hui pour l'étude de l'électricité atmosphérique.

Loi des actions électriques. — Lorsqu'en deux points A et B on place des masses électriques positives ou négatives m et m', il s'exerce entre ces masses une attraction ou une répulsion dont la grandeur absolue est proportionnelle à chacune des deux masses m et m' et par suite à leur produit mm' : c'est là la définition que nous avons adoptée pour les masses électriques.

Mais si, ces deux masses m et m' restant constantes, la distance des points A et B augmente, cette force diminue. Coulomb a démontré par l'expérience qu'elle varie en raison inverse du carré de la distance des points A et B.

Les expériences de Coulomb ont fait époque dans l'histoire de l'électricité, mais on peut à la rigueur se dispenser d'y avoir recours : la loi de l'inverse du carré de la distance est une conséquence mathématique de ces deux faits expérimentaux que nous avons établis : à l'intérieur d'un conducteur électrisé, il n'y a ni électricité ni force électrique.

Il est facile de montrer que, l'électricité étant distribuée uniformément à la surface d'une sphère conductrice, la résultante des actions de tous les éléments superficiels sur un point intérieur ne peut être nulle que si ces actions se font en raison inverse des carrés des distances.

Donc les masses électriques m et m' étant mesurées avec l'unité que nous avons définie et la distance r étant exprimée en centimètres, l'action f, exprimée en unités de force, est donnée par la relation $f = \frac{m m^1}{r^2}$.

G. BERSON.

REVUE DE ZOOLOGIE

ET D'ANATOMIE

L'éditeur Ulrico Hoepli, de Milan, a entrepris la publication de petits ouvrages de science populaire qui sont accueillis avec faveur de l'autre côté des Alpes. L'un des plus intéressants de la série est sans contredit le manuel de *protistologie* (1), que vient de publier M. Léopold Maggi, professeur d'anatomie et de physiologie comparées à l'Université de Pavie.

Ce savant, qui s'est depuis longtemps spécialisé dans l'étude des protozoaires et qui a doté la littérature scientifique de son pays de nombreux et intéressants travaux sur la faune microscopique des lacs de la Haute-Italie, était placé mieux que quiconque pour retracer l'histoire de ces infiniment petits dont M. Hæckel, à l'exemple de Bory de Saint-Vincent, formait récemment un quatrième règne de la nature, le règne des protistes. M. Maggi, qui est bien manifestement le disciple d'Hæckel, reproduit, tout en leur donnant une forme moins abstraite, les idées de ce dernier. Dans son règne des protistes, il range les monères, les rhizopodes, les infusoires, les flagellés, les catallactes, les radiolaires, les héliozoaires, à côté des bactéries, des champignons inférieurs et des diatomées. Les figures du livre de M. Hæckel (2) se trouvent toutes reproduites dans l'ouvrage de M. Maggi ; les divisions établies par M. Hæckel ont été aussi scrupuleusement conservées; pourtant, au lieu de reconnaître quatorze classes dans le règne des protistes, M. Maggi en distingue quinze : il sépare en effet, et avec raison, les bactéries des amides, et range les unes dans un groupe à part, celui des protomonères (*Micrococcus, Bacterium, Bacillus, Vibrio, Spirillum, Spirochœta, Sarcina*), tandis qu'il comprend les autres sous le nom collectif de métamonères (*Protamœba, Protomyxa, Vampyrella, Bathybius*).

A la suite de ces détails techniques et comme appendice à son ouvrage, M. Maggi étudie les rapports des protistes avec les eaux potables. Il rappelle qu'un certain nombre de maladies sont occasionnées par des protozoaires, introduits dans l'organisme en même temps que l'eau dans laquelle ils vivent : la diarrhée, la dysenterie, la fièvre typhoïde, la fièvre récurrente des régions tropicales, le goître sont de ce nombre. Au moyen de l'acide osmique, il est facile de déceler la présence des animalcules nuisibles que l'eau potable pourrait renfermer ; il suffit pour cela, comme l'a montré M. Certes, de prendre un échantillon d'eau et de le traiter par l'acide osmique : cette eau contient-elle les microzoaires dont on soupçonne l'existence, ceux-ci se déposeront bientôt au fond du vase, où il sera facile de les observer. L'analyse micrographique des eaux, d'une application si simple, peut donc, on le conçoit, rendre de grands services ; elle mérite de recevoir une prompte application, et il y a lieu de penser que bientôt elle sera comptée au nombre des précautions élémentaires que commande l'hygiène bien entendue.

(1) L. Maggi, *Protistologia*. In-32, Milano, 1882.
(2) E. Hæckel, *le Règne des protistes*. Paris, 1879.

Un certain nombre d'animaux, tels que les rhizopodes, certains infusoires, les spongilles, les hydres et quelques turbellariés marins ou d'eau douce sont bien connus pour les corpuscules chlorophylliens que l'on rencontre dans l'épaisseur de leur corps, et qui s'y présentent sous le même aspect que chez les végétaux. Ces corpuscules ovales ou arrondis, mais toujours à limites bien nettes, sont considérés par les uns comme de véritables corpuscules chlorophylliens, par les autres comme des parasites et non comme ayant été produits par les animaux eux-mêmes, par d'autres encore, comme représentant des parties végétales absorbées et soumises au travail digestif.

M. K. Brandt (1) a communiqué récemment à la Société physiologique de Berlin le résultat de recherches entreprises dans le but d'élucider cette question. Il opère l'écrasement des animaux et met de la sorte les corpuscules verts en liberté. En étudiant ces derniers à l'aide de forts grossissements, il reconnut qu'ils n'étaient point uniformément colorés, mais qu'ils renfermaient du protoplasma hyalin et présentaient un noyau. Ces corpuscules sont donc plus que de simples grains chlorophylliens, ce sont des êtres unicellulaires, morphologiquement autonomes ; M. Brandt les rapporte au groupe des algues et les décrit comme appartenant à deux genres nouveaux qu'il désigne sous les noms de *Zoochlorella* et de *Zooxanthella;* chacun de ces genres renfermerait plusieurs espèces. Les *Zoochlorella sont vertes* et sont particulières aux protozoaires, aux éponges, aux hydraires et aux turbellariés ; les *Zooxanthella* sont jaunes et se rencontrent chez les radiolaires, les actinies et certains hydraires.

Ces organismes sont donc morphologiquement autonomes, mais ils le sont aussi physiologiquement : les *Zoochlorella* ne meurent point quand on les maintient isolées, mais elles vivent encore pendant plusieurs jours et même plusieurs semaines; de plus, elles développent de l'amidon à leur intérieur, si on vient à les exposer à la lumière.

Ces corpuscules ne sauraient être considérés comme des parasites des animaux dans l'intérieur desquels ils vivent : un parasite, en effet, ne tire sa subsistance que de son hôte, n'en produit pas lui-même et fournit encore moins à l'alimentation de celui-ci. Les *Zoochlorella* et les *Zooxanthella,* au contraire, produisent elles-mêmes des matières organiques, de l'eau et de l'acide carbonique, comme de véritables plantes. Au lieu d'enlever des matières organiques à leur hôte, elles lui en fournissent donc bien plutôt, et contribuent de la sorte à son existence. Aussi longtemps, pense M. Brandt, que les animaux ne renferment que peu ou point de cellules vertes ou jaunes, ils se nourrissent à la manière accoutumée des animaux, en absorbant des matières organiques solides; dès qu'ils contiennent une quantité suffisante

(1) K. Brandt, *la Symbiose d'animaux inférieurs avec des algues* (*Revue internationale des sciences*, 15 février 1882, p. 149).

d'algues, ils se nourrissent à la façon des plantes, en assimilant des matières organiques.

Dans le règne végétal, la symbiose des algues avec d'autres plantes chlorophyllées est bien connue ; on sait en outre que les lichens ne sont autre chose que des sociétés d'algues et de champignons, ces derniers vivant en parasites sur les premières. Voilà donc, si ces faits se confirment, que les algues peuvent également associer leur vie à celle des animaux : les algues fabriquent des substances organiques au moyen de substances inorganiques, les animaux les accaparent et en font leur profit. Morphologiquement, les algues sont les parasites, et physiologiquement, ce sont des animaux.

Jusqu'à présent on avait cherché vainement un système nerveux chez les hydraires. Un élève de l'Institut zoologique de Heidelberg, M. Jickeli (1), nous fait connaître aujourd'hui des faits qui semblent bien prouver l'existence d'un semblable système chez les animaux de ce groupe. Il a pu en effet constater, chez un certain nombre d'hydraires et particulièrement chez l'*Eudendrium*, des éléments histologiques qui, par leur forme et leurs réactions chimiques, doivent être considérés comme des cellules ganglionnaires.

Les bras des hydranthes sont très propices pour ces observations délicates. Entre les cellules plates de l'ectoderme et les muscles longitudinaux, on trouve des cellules ramifiées, anastomosées entre elles; ces cellules sont accolées aux nématocystes ou plus ou moins éloignées de ceux-ci, mais elles leur envoient dans tous les cas des filets; une seule et même cellule ganglionnaire peut émettre des prolongements vers différents groupes de nématocystes, parfois aussi c'est un seul prolongement qui se distribue à un amas de nématocystes; d'autres filets vont se perdre dans les muscles.

Le plexus nerveux, dont l'existence est ainsi manifestée dans les bras, s'étend en avant sur l'hypostome et en arrière se répand sur le corps entier de l'hydranthe, jusque sur l'hydrophyton. A la base des hydranthes on rencontre une couronne de cellules glandulaires et à leur voisinage immédiat se montre un amas de cellules ganglionnaires.

Le système nerveux semble être tout entier une dépendance de l'ectoderme; du moins, jusqu'à présent M. Jickeli n'a rencontré encore aucun élément nerveux dans l'endoderme. Le protoplasma des cellules ganglionnaires, sur des préparations qui ont été traitées à l'état frais par l'acide osmique, est rempli de granulations noirâtres; les prolongements des cellules présentent une réaction semblable, particulièrement à leur base.

Peu d'animaux ont soulevé entre les savants autant de discussions que le *Balanoglossus*, dont la place dans la classification zoologique est loin d'être fixée d'une façon suffisamment précise. La plupart des auteurs en font le type d'une classe toute particulière de vers, auxquels Gegenbaur a donné le nom d'entéropneustes ; d'autres, s'appuyant sur ce fait que la *Tornaria*, c'est-à-dire la larve du *Balanoglossus*, concorde sous tous les rapports avec la larve des échinodermes, tendent à rapprocher plutôt cet animal des échinodermes. Telle est l'opinion émise il y a plus de douze ans par Metschnikoff; d'autres encore, à l'exemple d'Huxley, mettant en relief les ressemblances du *Balanoglossus* avec les tuniciers, réunissent les entéropneustes à ces derniers pour former le groupe des pharyngopneustes; d'autres enfin, parmi lesquels Balfour se rencontre au premier rang, voient dans la *Tornaria* un intermédiaire entre les larves d'échinodermes et le type de la tochosphère commun aux mollusques, aux annélides chétopodes, etc.

Partant de ce fait que, avant qu'on connût ces métamorphoses, la *Tornaria* était considérée par tous les zoologistes comme une larve d'échinoderme, M. Metschnikoff (1) chercha à démontrer que cette larve, de par les caractères fondamentaux de son organisation et de par sa structure, appartient bien au type échinoderme et ne saurait être rapprochée d'aucun des autres types cités plus haut, auxquels on avait tenté de la comparer. Il passe successivement en revue les différents organes et n'a pas de peine à montrer que le plan d'organisation est le même. Il propose donc de distraire les entéropneustes de l'embranchement des vers et de les rattacher à celui des échinodermes.

Toutefois, comme l'unité de ce dernier groupe se trouverait troublée si on venait lui adjoindre celui des entéropneustes, M. Metschnikoff pense qu'il y a lieu de réunir ces deux groupes en un seul type, celui des AMBULACRAIRES, renfermant des « animaux à symétrie bilatérale, avec intestin et système vasculaire séparés, avec système aquifère particulier et système péritonéal, avec gastrula anale et formes larvaires, se distinguant par une ceinture ciliée longitudinale ». Ce type se diviserait en deux sous-types : 1° celui des *Radiata* ou *Echinodermata;* 2° celui des *Bilateralia* ou *Enteropneusta*.

Le premier sous-type comprend des formes rayonnées à l'état adulte, bien que dérivant de larves à symétrie bilatérales, munies d'un système aquifère rayonné et pourvues d'une cuticule surchargée de dépôts calcaires donnant naissance à un squelette. Le deuxième sous-type est au contraire caractérisé par la permanence à l'état adulte de la structure bilatérale, par le manque de dépôts calcaires et par un système aquifère peu développé.

Dans le *Bulletin scientifique du département du Nord*, M. Giard (2) publie une traduction française de ce mémoire de Metschnikoff et le fait suivre d'intéressantes critiques. Le savant professeur de Lille se range à l'avis du naturaliste russe; il fait toutefois quelques réserves et pense qu'il y a lieu d'entreprendre de nouvelles investigations sur ce point.

Peu de temps avant sa mort, DARWIN avait publié un

(1) Carl F. Jickeli, *Vorläufige Mittheilung über das Nervensystem der Hydroidpolypen* (*Zoologischer Anzeiger*, t. V, p. 43, 1882).

(1) El. Metschnikoff, *Ueber die systematische Stellung von Balanoglossus* (*Zoologischer Anzeiger*, t. IV, n°s 78 et 79, 1881).

(2) A. Giard, *Observations sur la note précédente* (*Bulletin scientifique du département du Nord*, t. IV, p. 372, 1881).

livre (1) qui comptera certainement au nombre des plus importants qu'il ait écrits.

Si l'on répand dans une prairie des objets quelconques, de la cendre, par exemple, on trouve au bout de quelques années ces objets recouverts d'une couche de terre épaisse de plusieurs pouces et parfaitement régulière; ces objets tendent donc à s'enfoncer dans le sol. Déjà en 1837, Darwin avait entretenu de ce fait la Société géologique de Londres et avait montré que cette pénétration des objets dans l'intérieur de la terre était due à ce que les vers de terre viennent déposer sans cesse à la surface de la terre leurs excréments, constitués essentiellement de fines particules terreuses, et en recouvrent les objets abandonnés sur le sol. De ces premières observations, il avait même conclu que la terre végétale passe sans cesse dans le tube digestif des vers.

D'Archiac vint combattre ces conclusions, en invoquant non pas des observations, mais simplement des considérations d'ordre théorique. Darwin n'en continua pas moins ses recherches sur ce point et il les résuma finalement dans le livre dont nous nous proposons de rendre compte. Cet ouvrage est consacré tout particulièrement à la question que nous venons de signaler; Darwin, toutefois, aborde aussi la description détaillée des mœurs des lombrics.

La famille des lombrics est représentée dans le monde entier, sinon par un grand nombre d'espèces, du moins par un nombre immense d'individus. La plupart des espèces habitent la terre. Dans nos pays, ces animaux sont particulièrement répandus. Pendant le jour, ils restent cachés dans les trous qu'ils se sont creusés en terre, mais sortent pendant la nuit. Ils sont dépourvus d'yeux, mais la partie céphalique de leur corps est néanmoins sensible à la lumière, comme le montre l'expérience suivante: concentre-t-on, au moyen d'une lentille, les rayons lumineux d'une bougie sur l'extrémité céphalique d'un lombric, celui-ci se retire dans son trou; mais si l'animal est occupé à dévorer des feuilles ou si son attention est attirée de quelque façon, il est rare que la lumière projetée sur lui ne le laisse pas indifférent. Ce dernier fait prouve, suivant Darwin, que, dans l'action qu'exerce la lumière sur le ver de terre, il y a plus qu'un simple acte réflexe; mais ces animaux sont doués jusqu'à un certain point de volonté et de conscience.

Les lombrics sont entièrement sourds. La surface entière de leur corps est impressionnée au plus haut point par les excitations qui mettent en jeu le sens du tact: le plus léger contact, la moindre trépidation du sol suffisent à les forcer de se retirer dans leur trou. L'odorat est fort peu développé chez eux, mais le sens du goût semble assez parfait.

Ces animaux sont « cannibales », suivant l'expression de Darwin. Ils mangent des feuilles, de la viande, de la graisse, même les cadavres de leurs semblables. Ils mangent aussi de la terre, en très grande quantité, non point qu'ils aient pour ce singulier aliment une prédilection marquée; mais, lorsqu'ils sont occupés à fouir le sol et à creuser leurs retraites souterraines, ils ne trouvent rien de mieux que d'avaler en partie la terre qui leur fait obstacle dans la construction de leurs galeries. La nuit venue, le ver sort et expulse par l'anus la terre qui a traversé de la sorte son tube digestif: cette terre constitue alors ces tortillons qu'il est si fréquent de rencontrer à la surface de nos jardins et dont nous dirons un mot tout à l'heure.

L'œsophage présente sur son trajet six glandes calcaires, dont Darwin étudie et démontre la nature. Elles servent d'organes d'excrétion et concourent à l'élimination des sels calcaires avalés par le ver en même temps que les feuilles qui les contenaient. Le carbonate de chaux que renferme ces glandes sert en outre à neutraliser les acides humiques, que les feuilles tombées ont produits, car il est probable que, pour agir, les sucs digestifs du ver doivent être alcalins.

Les lombrics recherchent donc les feuilles, mais ce n'est point seulement pour s'en nourrir : ils s'en servent en effet, ainsi que d'autres objets, tels que des bouts de papier, de la laine, du crin, des petits cailloux, pour boucher et tapisser la partie supérieure de leur tanière. Darwin a voulu savoir si, dans cette circonstance, les vers obéissaient au seul instinct ou s'ils agissaient avec réflexion, et dans ce but, il a entrepris les expériences suivantes.

Si l'on se proposait de boucher avec des feuilles de tilleul un petit trou cylindrique, il y aurait certainement avantage à faire pénétrer celles-ci par le sommet et non par le pétiole; dans ce dernier cas, la large base de la feuille ne tarderait pas en effet à venir empêcher le mouvement de pénétration. Darwin disperse des feuilles au voisinage de trous habités par des lombrics et il constate que dans la majorité des cas, 79 fois sur 100, ces animaux saisissent les feuilles par le sommet pour les attirer dans leur trou; ils ne les prennent que 17 fois sur 100 par le milieu et seulement 4 fois sur 100 par la base. En répétant la même expérience avec de petits morceaux de papier coupés en triangle, il obtient un résultat analogue: c'est presque toujours en les saisissant par le sommet que le ver attire ces fragments de papier dans son trou. Un examen attentif montre qu'il n'a même pas cherché à les saisir par la base; en effet, s'il en eût été ainsi, la base eût été déchiquetée, ce qui n'avait lieu que bien rarement. De ces expériences et d'autres recherches du même genre, Darwin conclut que, malgré le rang peu élevé qu'ils occupent dans la série des êtres, les vers de terre possèdent un certain degré d'intelligence.

En creusant leurs trous, les vers, comme nous l'avons vu, amènent donc à la surface une certaine quantité de terre qu'ils ont été chercher dans les profondeurs du sol. Darwin s'est demandé s'il était possible d'évaluer la quantité totale de terre qui se trouve ainsi transportée dans l'espace d'une année. Il pouvait, dans ce but, chercher à déterminer la vitesse avec laquelle sont enfouis les objets abandonnés sur le sol, ou bien il pouvait peser la quantité de terre qui, en un temps donné, est amenée de la profondeur du sol. La première de ces méthodes lui a montré qu'il se formait annuellement à la surface de la terre une couche épaisse de

(1) Ch. Darwin, *The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits.* Voy. dans la *Revue scientifique* du 21 janvier 1882, un résumé de ce livre.

4 et demi à 5 millimètres; la seconde lui démontra la formation d'une couche dépassant 3 millimètres. En évaluant en poids la quantité de terre ainsi ramenée à la surface par les lombrics, Darwin arrive à ce résultat que, dans beaucoup de régions d'Angleterre, les vers avalent, puis rejettent plus de 2 millions et demi de kilogrammes de terre par kilomètre carré, ce qui fait 2 kilogrammes et demi par mètre carré.

Darwin expose ensuite comment les vers de terre ont pu contribuer à l'affaissement des vieux monuments et à leur enfoncement dans le sol, comment ils ont pu les recouvrir de terre. Il a étudié soigneusement à cet égard les ruines romaines d'Angleterre et il met hors de doute que les lombrics, en minant le sol, déterminent l'écroulement des vieux murs et l'affaissement des planchers. Il est vrai de dire, toutefois, que ces méfaits sont compensés en partie par des services signalés rendus à l'art : en effet, s'ils n'eussent été enfouis dans le sol et s'ils fussent demeurés exposés à l'air et aux intempéries des saisons, la plupart des chefs-d'œuvre de l'antiquité se seraient détruits peu à peu et ne nous seraient point parvenus.

Les vers jouent encore un rôle important dans les phénomènes de dénudation, consistant en ce que les matières placées à la surface du sol sont entraînées par les vents et les eaux vers un niveau moins élevé, puis finalement transportées à la mer où elles se déposent. Les lombrics, disons-nous, concourent puissamment à la production de ces phénomènes : en effet, les feuilles mortes qu'ils entraînent dans la profondeur du sol se décomposent bientôt et donnent naissance à des acides humiques qui, mis en contact avec des masses rocheuses, les désagrègent, les effritent, en sorte que les particules solides qui s'en détachent peuvent être entraînées par les vents ou les eaux. De plus, la terre qui a été déglutie par ces animaux est rejetée par eux à l'état de masse muqueuse, finement pulvérisée : la pluie peut donc la disperser avec une extrême facilité, le vent lui-même peut la transporter, une fois qu'elle est desséchée et réduite en poussière.

Comme le montrent ces curieuses observations de Darwin, l'humble ver de terre n'est donc point un être indifférent dans la nature : il y est appelé au contraire à jouer un rôle des plus importants. Sans lui, point de terre végétale, puisque c'est lui qui la fabrique, et sans terre végétale, point de culture possible.

On sait combien sont rares et combien peu d'importance ont les publications scientifiques qui nous viennent des pays d'origine espagnole. Aussi est-ce avec un vif sentiment de satisfaction que nous attirons aujourd'hui l'attention sur le journal *la Naturaleza* que publie la Société mexicaine d'histoire naturelle. Ce recueil, à peu près inconnu en Europe, mérite pourtant, à plus d'un titre, d'occuper une place honorable dans nos bibliothèques scientifiques. Les travaux qu'il renferme sont, pour la plupart, fort intéressants et pour donner une idée de leur importance, il nous suffira de rappeler que c'est dans ce journal qu'A. Dugès, E. Dugès, Sumichrast, Jesus Sanchez, pour ne citer que les principaux zoologistes, publient les résultats de leurs recherches sur la faune mexicaine.

Nous avons entre les mains le cinquième volume (1880-1881) de ce journal. Entre autres travaux, il convient de mentionner d'une façon toute spéciale les intéressantes études de M. Jose M. Velasco sur les mœurs de l'axolotl (1). Ces notes font suite à la traduction du mémoire de M. A. Weismann, de Fribourg en Brisgau, sur la transformation de l'axolotl en amblystome (2).

M. Weismann avait émis l'opinion que, au Mexique, l'axolotl ne se transforme jamais en amblystome et qu'on ne l'y connaît que sous la forme larvaire d'axolotl. M. Velasco a pu constater au contraire, en 1878, la transformation complète de l'espèce qu'il a désignée sous le nom de *Siredon tigrina* : cette observation fut faite sur des individus provenant du lac de Santa Isabel, situé à une lieue et demie environ au nord de Mexico. De plus, il a présenté à la *Sociedad mexicana de historia natural* des *Siredon Humboldti* transformés, qui provenaient des lacs de Xochimilco, Chalco et Zumpango; ce dernier est situé à seize lieues au nord de Mexico.

En outre, les axolotls transformés sont bien connus du vulgaire dans toutes les localités situées sur le bord de ces lacs et ils y sont désignés communément sous les noms d'*ajolotes pelones* (axolotls pelés), *ajolotes mochos* (axolotls tondus), *ajolotes sin arietes* (axolotls sans cornes de bélier) : ces dénominations diverses s'appliquent à l'axolotl dépourvu de branchies. Sur le bord des lacs de Xochimilco et de Chalco, on connaît l'amblystome sous les noms de *Tlalajolotl*, c'est-à-dire axolotl terrestre, le mot aztèque *tlal* désignant la terre. Enfin, il est fréquent de le trouver caché sous les pierres ou dans des lieux humides, dans les montagnes qui s'étendent au sud de Mexico : on lui donne alors le nom de *ajolote de cerra* (axolotl de colline).

Le lac de Santa Isabel se dessèche tous les ans. Que le desséchement se fasse naturellement ou qu'on l'active artificiellement, tous les axolotls que renferme ce lac se transforment dès que le niveau des eaux commence à baisser. Ces animaux ne suivent point le courant dérivateur qui entraîne les eaux hors du lac, ils ne meurent point non plus par suite du manque d'eau, mais ils gagnent la terre et continuent d'y vivre.

Le lac de Zumpango se dessèche quelquefois, quand les pluies sont peu abondantes; les lacs de Xochimilco et de Chalco ne se dessèchent jamais. Dans ces derniers, les axolotls se transforment tout aussi bien que dans le lac de Santa Isabel, bien que l'eau, qui est d'excellente qualité et qui renferme une abondante végétation, semble réunir les meilleures conditions pour que les axolotls y puissent demeurer à l'état larvaire.

Ces observations de M. Velasco montrent bien la fausseté

(1) José M. Velasco, *Anotaciones y observaciones al trabajo del Sr. D. A. Weismann sobre la transformacion del Ajolote mexicano en Amblistoma* (*la Naturaleza*, t. V, n°s 3, 4 et 5, p. 58-84).

(2) A. Weismann, *Ueber die Verwandlung des mexikanischen Ajolotl in ein Amblystoma* (*Z. f. w. Z.*, t. XXV, Suppl. Bd.)

de l'opinion qui a cours actuellement en Europe et dont M. Weismann s'était récemment fait le champion : l'axolotl se transforme en amblystome, au Mexique tout aussi bien qu'en Europe, que les conditions dans lesquelles il se trouve soient d'ailleurs favorables ou non à la conservation de son état larvaire.

Il n'est point, dans la nature actuelle, de pays aussi curieux pour le zoologiste que ce coin du globe où se trouvent l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée et la Terre de van Diemen. C'est là, peut-on dire, que se rencontrent les derniers survivants des générations passées, c'est là qu'on peut observer encore à l'état vivant les derniers rejetons des êtres bizarres qui peuplaient notre planète à des époques géologiques antérieures. Les marsupiaux, les monotrèmes sont encore abondants dans ces régions, pour ne citer que des mammifères ; parmi les oiseaux, on rencontre encore le curieux aptéryx, et tout récemment, dans les temps historiques, on y pouvait observer le gigantesque dinornis.

L'aptéryx vit encore à la Nouvelle-Zélande, mais pour combien de temps ? Il est probable que sous peu il aura tout à fait disparu, car il est on ne peut plus mal armé pour le combat de la vie. Sa vie retirée et nocturne constitue sa seule défense et est la seule raison qui empêche sa complète disparition. En fait, le nombre de ces animaux diminue très rapidement depuis la colonisation de l'île, et d'année en année il devient de plus en plus difficile de s'en procurer. Les chiens et les chats sont leurs pires ennemis, car ils peuvent non seulement les découvrir par leur odeur, mais de plus les poursuivre jusque dans leurs retraites inaccessibles à l'homme. Si on ajoute à cette destruction constante qu'ils se reproduisent à de longs intervalles, que la ponte n'est que d'un seul œuf, on peut prévoir facilement que la disparition de ces oiseaux est l'affaire d'un nombre comparativement restreint d'années.

L'œuf de l'aptéryx est une véritable curiosité ; quand on a remarqué sa grandeur, on ne s'étonne plus de ce que l'oiseau n'en ponde pas davantage. L'œuf est déposé dans un terrier si difficile à découvrir, que, dans un voyage d'un millier de milles à travers la Nouvelle-Zélande, le professeur Ward, à qui nous empruntons ces détails (1), n'a pu s'en procurer que deux exemplaires.

Les indigènes de la Nouvelle-Zélande font sur cet oiseau une foule de récits. C'est ainsi qu'ils lui attribuent l'habitude d'enfouir son œuf à une certaine profondeur dans le sol, puis de creuser au-dessous de lui un terrier, de telle sorte qu'environ un tiers de l'œuf soit à découvert et vienne se reposer sur le dos de l'oiseau ; celui-ci couverait donc en se plaçant au-dessous de son œuf et non pas au-dessus. Cette fable ne s'est pas vérifiée, et M. Ward a vu les animaux qu'il observait couver leur œuf à la façon des autres oiseaux.

La place de l'aptéryx dans les classifications est loin d'être déterminée d'une manière satisfaisante. On s'accorde généralement à le placer à côté de l'autruche et du casoar dans l'ordre des coureurs, parce qu'il est dépourvu de la faculté de voler. Mais, s'il est des détails anatomiques qui peuvent légitimer ce rapprochement, il en est d'autres non moins importants qui viennent en démontrer le peu d'exactitude. M. Ward aborde à son tour cette question délicate, et, sans tirer aucune conclusion de ses études, compare l'aptéryx au dinornis et aux coureurs.

Les vertèbres cervicales de l'aptéryx, au nombre de seize, sont courtes et fortes, et rappellent d'une façon frappante celles du gigantesque ancêtre des aptéryx, le dinornis ou moa. La dernière porte une côte assez grande avec une apophyse uncinée très développée. Quatre des huit vertèbres dorsales sont recouvertes par le bassin, et la dernière, qui est solidement soudée aux vertèbres sacrées, porte à son extrémité une petite côte. Les côtes sont proportionnellement plus larges et plus aplaties que dans tout autre oiseau. Quatre des côtes sont réunies au sternum et aux cinq grandes apophyses uncinées antérieures. Par ces détails, l'aptéryx se rapproche de l'autruche et s'éloigne beaucoup des dinornis, chez lesquels les côtes sont arrondies et présentent de très petites apophyses uncinées.

Le sternum a les caractères de celui des dinornis, qui est légèrement convexe. Le coracoïde et le *scapulum sont soudés* ; il n'y a qu'un seul doigt dans l'aile. Le bassin est très différent de celui des dinornis, mais assez semblable à celui de l'émou, en ce qu'il est long, étroit et très aplati. Le sacrum serait formé de douze vertèbres ; la queue comprend huit vertèbres. La patte est absolument semblable à celle du dinornis ; toutefois, le fémur est comparativement plus long : à cet égard, l'aptéryx diffère de tous les autres struthionides. Enfin, une forte griffe postérieure s'articule avec un petit métatarsien.

En terminant, M. Ward déclare se ranger à l'opinion exprimée en ces termes par M. Saint-George Mivart, professeur à l'Université catholique de Londres : « En s'appuyant sur les caractères de l'axe squelettique, l'émou présente le type le moins différencié d'où divergent le *Rhea* (nandou) d'un côté et l'aptéryx de l'autre... Il existe la plus grande ressemblance entre le *Dromains* (émou) et le casoar... L'axe squelettique du dinornis est intermédiaire entre ceux du casoar et de l'aptéryx, et ses affinités sont, d'ailleurs, surtout frappantes avec les formes existant en Nouvelle-Zélande... Aussi l'aptéryx peut-il être considéré comme le représentant dégradé de ces types d'oiseaux gigantesques, aujourd'hui disparus. »

Owen est le premier et demeura jusqu'à ce jour le seul auteur qui ait étudié la génération des marsupiaux. En 1834, il décrivit des fœtus de kanguroo et c'est à la suite de la publication de son mémoire que l'on introduisit dans la classification des mammifères la notion des placentaires et des

(1) Ward's *Natural Science Bulletin*. Traduit par J. Bonnier dans le *Bulletin scientifique du département du Nord*, t. V, p. 77, 1882.

Nous ne connaissons d'autre zoologiste du nom de Ward que M. Mich. Ward, directeur du muséum de la Faculté de médecine de l'Université catholique de Dublin. Est-ce à lui que sont dues ces intéressantes observations ? Il est regrettable que le *Bulletin scientifique du département du Nord* ne nous renseigne point à cet égard.

implacentaires: les marsupiaux et les monotrèmes formèrent dès lors, comme on sait, un groupe particulier, comprenant des animaux dont le développement s'ébauchait à peine dans l'utérus maternel et qui, durant la période fœtale, n'étaient jamais réunis à l'utérus de la mère par un placenta.

Cette opinion, admise longtemps sans conteste, a rencontré dans ces dernières années quelque opposition et bon nombre de zoologistes doutent actuellement de son exactitude. Il était donc désirable que de nouvelles recherches fussent entreprises sur ce point et vinssent confirmer ou infirmer les faits avancés par Owen. M. Henry C. Chapman, bien connu par d'importants travaux d'anatomie comparée des mammifères, a eu la bonne fortune de trouver dans l'utérus d'un kanguroo femelle, mort au jardin zoologique de Philadelphie, un fœtus âgé de quatorze jours au plus (1). L'animal sur lequel il fit cette précieuse rencontre appartenait à l'espèce *Macropus giganteus*.

M. Chapman décrit en détail la disposition des membranes fœtales. Il constate nettement, comme l'avait fait Owen, l'absence complète de placenta, quel que soit le sens que l'on attache à ce mot. L'embryon de kanguroo est encore si petit au moment de la naissance qu'il y a lieu de supposer qu'il trouve les éléments de sa nourriture dans la vésicule ombilicale, comme les oiseaux et les reptiles, bien plus que dans les parois de l'utérus, comme les mammifères. En tout cas, si l'utérus contribue à nourrir le fœtus, les substances nutritives doivent passer par osmose à travers la paroi des vaisseaux omphalo-mésentériques.

Max Schultze pensait que la rétine des rongeurs ne renfermait point de cônes et que les éléments de la couche externe de cette membrane de l'œil étaient tous des bâtonnets. Ce fait, au cas où il eût été vérifié et trouvé d'accord avec la réalité, n'eût pas présenté une bien grande importance, car on sait qu'il est des animaux chez lesquels on trouve manifestement tous les intermédiaires entre ces deux formes histologiques. Ces faits méritaient néanmoins confirmation, les physiologistes ayant cru pouvoir en tirer d'importantes conclusions relativement au fonctionnement de la rétine. M. J. Chatin montra précédemment que le lapin échappait à la règle formulée par Max Schultze; ce même auteur (2) vient d'observer également que la rétine de la souris renferme aussi des cônes normalement constitués.

(1) Henry C. Chapman, *On a fœtal kanguroo and its membranes* (*Proceed. of the Academy of natural sciences of Philadelphia*, p. 468, 1881.

(2) J. Chatin, *Sur l'existence des cônes dans la rétine de la souris* (*Bulletin de la Société philomathique*, t. VI, p. 128, 1882).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 1er MAI 1882.

Chimie. — M. *H. Debray* indique quelques réactions du bichlorure de mercure.

D'après la première, on peut pratiquement considérer le sublimé corrosif comme irréductible par la dissolution d'acide sulfureux, quand ces corps se trouvent en présence d'un grand excès de sel alcalin et que l'on opère en vases ouverts; avec la deuxième, on observe que quand on verse peu à peu un alcali soluble dans une dissolution de bichlorure de mercure, il se forme un précipité de couleur variable allant du jaune au noir, surtout quand on chauffe la liqueur. Cela tient à ce qu'il se forme des oxychlorures de composition variable avec les proportions de chlorure soluble et d'alcali employé. Si l'alcali est en excès, tous les oxychlorures sont détruits, et l'on obtient le précipité bien connu d'oxyde jaune de mercure.

— M. *Lecoq de Boisbaudran* a précédemment décrit un certain nombre de réactions principales destinées à servir de base à l'analyse quantitative des composés du gallium. Avant d'aborder l'application de ces réactions, il indique leurs sensibilités relatives.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* se sont occupés de la liquéfaction de l'ozone.

Ils ont obtenu l'ozone en gouttes liquides d'un bleu indigo foncé; ce liquide a pu être conservé près de trente minutes sous une pression de 75^{atm}; sa vaporisation n'est pas très rapide, même sous la pression atmosphérique.

Cette liquéfaction a été obtenue en comprimant à 125^{atm} environ un mélange d'oxygène et d'ozone contenu dans l'éprouvette de l'appareil de M. Cailletet, éprouvette terminée par un tube capillaire recourbé à sa partie supérieure, ce qui a permis de plonger la branche descendante dans un jet d'éthylène liquide et d'en abaisser la température probablement au-dessous de — 100°.

Une fois l'ozone liquéfié dans le tube capillaire, il conserve cet état assez longtemps, même sous la pression atmosphérique pour qu'on puisse l'examiner soit au travers de l'éthylène liquide, soit en retirant un instant de ce liquide le tube refroidi. Le liquide bleu foncé diminue peu à peu de volume: la vaporisation de l'ozone est assez lente, sa diffusion assez rapide, pour que le gaz paraisse incolore au-dessus du liquide presque noir; ce n'est qu'au moment où les dernières traces du liquide disparaissent qu'on constate qu'il se produit un gaz bleu d'azur. La vaporisation de l'ozone liquide ramènerait le système dans son état initial si l'ozone n'était pas décomposé lentement par le mercure employé à comprimer les gaz.

— M. *H. Baubigny* décrit l'action des sulfures métalliques insolubles sur une solution de sulfate acide de nickel en présence de l'hydrogène sulfuré.

Dans une solution de sulfates neutres ne renfermant que du zinc et du nickel, l'hydrogène sulfuré ne peut pas précipiter de sulfure de nickel avec le zinc, à moins que le poids du zinc ne soit de beaucoup inférieur à celui du nickel, le tiers d'après les précédentes expériences.

Avec le cuivre, au contraire, quel que soit le rapport des poids des deux métaux, nickel et cuivre, si l'on opère avec des sulfates neutres, du nickel peut se précipiter; et l'on ne

peut sûrement empêcher cette précipitation que par une addition d'acide libre en quantité suffisante.

— MM. *Ph. de Clermont* et *P. Chautard* donnent les réactions de l'oxydation du pyrogallol en présence de la gomme arabique.

Un des côtés curieux de cette réaction, c'est qu'on obtient, à l'aide d'un corps en apparence inerte, des rendements supérieurs à ceux que donnent en chimie organique les agents d'oxydation généralement employés.

L'oxydation du pyrogallol par sa mise en présence avec la gomme arabique n'est pas un fait isolé, les auteurs se proposent d'étendre ce procédé à un grand nombre de composés organiques.

— M. *Sacc* fait l'étude chimique de divers produits de l'Uruguay, entre autres du caoutchouc et du camphrier. Il analyse une vesce à fleurs bleues de *Nueva Palmyra* et le mouron blanc (*Alsine media*).

Physique. — M. *L. Cailletet* présente une note sur l'emploi des gaz liquéfiés, et en particulier de l'éthylène, pour la production des basses températures.

L'éthylène liquéfié, en bouillant à la pression atmosphérique, peut produire un froid plus intense que ceux qui ont été réalisés jusqu'à présent. L'éthylène jouit, en outre, de la propriété de rester liquide et transparent aux températures où le protoxyde d'azote et l'acide carbonique deviennent solides et opaques.

L'auteur espère qu'en condensant, au moyen des appareils dont il dispose, des gaz plus difficilement liquéfiables que l'éthylène, il pourra reculer encore la limite de ces froids extrêmes.

— M. *Bouty* emploie la méthode électrométrique, imaginée par M. Lieppmann en 1876, pour mesurer la réaction des liquides et il a constaté au moyen de cette méthode qu'un liquide possède une conductibilité indépendante de l'intensité du courant et constante même pour des courants de quelque millionième d'Ampère. La conductibilité métallique attribuée autrefois aux liquides n'existe donc pas, ces expériences le démontrent directement.

M. Bouty a étendu la même méthode à la nuance de la polarisation de cet ordre, et il a constaté la lenteur avec laquelle cette polarisation croît pour des courants de très faible densité.

— M. *H. Pellat* a étudié l'influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à une très petite distance.

Parmi les métaux influençants étudiés, le plomb et le fer produisent les effets les plus considérables, le cuivre, l'or et le platine un effet encore très net; le zinc seul paraît ne pas modifier la surface placée vis-à-vis de lui, que cette surface soit en zinc, en cuivre ou en or.

Ce que l'auteur tient à faire remarquer, c'est que, si la méthode employée pour étudier ce phénomène repose sur les propriétés électriques des métaux, cette influence d'un métal sur un autre n'est nullement un phénomène électrique.

Les plus grandes précautions avaient été prises, comme toujours, pour le nettoyage des métaux, et le phénomène s'est montré indépendant de la substance employée pour effectuer ce nettoyage.

L'auteur croit qu'on doit rapprocher ce phénomène de celui des images de Möser et du fait que plusieurs métaux ont une très légère odeur.

Géodésie. — MM. *Barnaud* et *Leygue* ont entrepris la détermination de la différence de longitude entre Paris et Besançon.

La moyenne 14'36",505 obtenue à la suite des expériences représente la différence de longitude entre les deux piliers d'observation, c'est-à-dire entre l'Observatoire de Montsouris et le futur observatoire de Besançon. Pour rapporter cette longitude au méridien de Cassini, il faut retrancher de ce nombre la valeur 0",238. On obtient ainsi comme résultat définitif 14'36",267.

Paléontologie. — M. *H. Filhol* présente ses observations relatives à un groupe de Suidés fossiles dont la dentition possède quelques caractères simiens.

Il résulte de ses observations qu'il a existé anciennement, durant l'époque éocène supérieure, un groupe de mammifères alliés aux suidés, les Pachysimiens, offrant par la forme des dents molaires, l'élévation, le raccourcissement du crâne, la forme de l'articulation temporo-maxillaire, des analogies de forme avec les singes. Si la théorie de l'évolution est vraie, les modifications successives que ce type animal aura pu subir seront du plus haut intérêt à constater.

Zoologie. — M. *R. Kœhler* a fait des recherches sur l'anatomie de quelques échinides : sur les vésicules de Poli, sur les dorocidaris papillata, sur les schizaster canaliferus, sur les brissopsis lyrifera.

Ses observations ont porté aujourd'hui sur un assez grand nombre de types de nos côtes, pour qu'il lui soit permis de déclarer que, tandis que, chez les échinides réguliers, l'organisme ne subit que de légères modifications de détail, au contraire chez les irréguliers, les appareils internes ont suivi dans leur différenciation la migration de l'anus, qui commence avec les types jurassiques, et qui semble avoir troublé profondément le plan de structure primitif.

Géologie. — M. *E. Rivière* décrit la grotte Lympia, découverte en 1878 dans des travaux de terrassement d'un quartier de Nice.

Cette grotte était remplie d'une terre argileuse rouge brique, compacte, très dure en certains points et soudée si solidement aux os, aux coquilles et aux instruments qu'elle renferme, qu'elle formait une véritable brèche dont il était très difficile de les dégager sans les briser. Mais ce qui caractérise bien la nature de cette brèche et démontre, sans contestation possible, sa contemporanéité de l'homme, ce sont, d'une part, les ossements brisés et fendus pour en extraire la moelle, ossements dont quelques-uns, d'un noir plus ou moins prononcé, ont conservé la trace du feu auquel ils ont été exposés; d'autre part, trois pièces réellement typiques, trois haches en calcaire compact gris, veiné de blanc, affectant la forme dite de Saint-Acheul, ainsi qu'un nucléus de même matière et de nombreux éclats de rebut.

— M. *N.-E. Sauvage* énumère les reptiles trouvés dans le gault de l'est de la France.

Il signale la présence d'un Pythonomorphien, le genre *Dacausorus*, et d'un Élasmosaurien, le genre *Polycotylus*. Ce dernier reptile n'était connu que des terrains crétacés d'Amérique, lorsqu'on signalât sa présence dans l'étage kimméridgien de Boulogne-sur-Mer; depuis, on a trouvé dans la zone à *Ammonites milletianus* des Ardennes, un

fragment d'humérus qui indique à ce niveau un reptile voisin de l'espèce décrite par M. Cope.

Mathématiques. — M. *C. Stephanos:* Rapport sur un mémoire intitulé : « Mémoire sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne. »

— M. *Appel:* Développements en série d'une fonction holomorphe dans une aire limitée par des arcs de cercle.

— M. *E. Picard:* Sur certaines formes quadratiques ternaires.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Annales de chimie et de physique (avril 1882). — *Bouquet de la Grye :* Recherches sur la chloruration de l'eau de mer. — *Tyndall :* Chaleur radiante convertie en son par l'action de molécules libres. — *J.-B. Baille:* Mesure des potentiels correspondant à des distances explosives déterminées. — *C. Lagrange :* Le phénomène de marée souterraine de Dux, en Bohême. — *R. Pictet :* Contribution de l'astronomie à la solution d'un problème de physique moléculaire. — *C. Decharme :* Expériences hydrodynamiques; imitation par les courants liquides des phénomènes d'électro-magnétisme et d'induction. — *C. Decharme :* Note complémentaire relative aux expériences hydrodynamiques.

— The journal of physiology (t. III, nos 1, 2, 3 et 4, 1881-1882). — *Sihler :* De la dyspnée thermique. — *Langley :* Antagonisme des poisons. — *Sedgwick :* Influence de la quinine sur l'excitabilité de la moelle. — *Waller :* Propagation de l'ondée artérielle du cœur aux artères. — *Gaskell :* Tonicité du cœur et des vaisseaux sanguins. — *Councilmann :* Contribution à l'étude de l'inflammation de la cornée. — *Kuhne* et *Sewale :* Physiologie de l'*Epithelium retinien*. — *Vines :* Substances albuminoïdes contenues dans les graines des plantes. — *Ringer :* Influence de la saison et de la température sur l'action et l'antagonisme des poisons. — *Roy :* Propriétés élastiques de la paroi artérielle. — *Ott :* Hyperesthésie croisée. — De l'inhibition. — *Martin* et *Sedwick :* Pression artérielle et pouls des artères coronaires. — *Sewale :* Polarisation des nerfs par les courants d'induction. — *Mott* et *Horsley :* Bactéries dans les tissus sains. — *Schœfer :* Des diverses températures nécessaires pour coaguler les diverses substances albuminoïdes du sang. — *Ringer :* Action de la potasse, de la soude et de l'ammoniaque sur le ventricule du cœur de la grenouille. — *Roy :* Physiologie et pathologie de la rate. — *Gowers :* Perte du toucher par la maladie de la cinquième paire. — *Bowditch* et *Southard :* Comparaison entre la vue et le toucher. — *Langley :* Destruction des ferments dans le tube digestif. — Histologie des glandes gastriques chez les mammifères et relation de la pepsine avec les granulations des cellules caluciformes. — *Schœfer :* Moyen de démontrer l'alcalinité du sang. — *Wœbster :* Production du second bruit du cœur.

— Archiv fur pathologische anatomie (t. LXXXVI, 3e fascicule et t. LXXXVII, fascicules 1 et 2, 1881-1882). — *Roth :* Anomalies et monstruosités du canal ombilical. — *Lesser :* Un cas d'herpès zoster et anatomie pathologique. — *Korn :* Rôle de la rate et de la moelle des os dans la formation des globules du sang chez les oiseaux. — *Friedreisch :* Observations sur la crampe des écrivains et sur les contractures. — *Nothnagel :* Soif et polydipsie. — *Penzoldt :* Perforation de l'œsophage par une ostéite vertébrale. — *Biach* et *Loimann :* Action physiologique de la quinoléine. — *Cotes :* Rôle des cellules migratrices et migration de ces cellules dans les épithéliums plats. — *Gruber :* Études sur diverses anomalies. — *Denissenko :* Nutrition de la cornée. — *Samuelson :* Effets de la ligature des artères coronaires. — *Stricker :* Prix décernés aux médecins et naturalistes allemands. — *Birschhirschfeld :* Ictère des nouveau-nés. — *Popoff :* Altérations anatomiques du cerveau dans la fièvre typhoïde et dans les inflammations traumatiques. — *Lesshaft :* Rapports de l'estomac avec les viscères voisins et dans les diverses conditions physiologiques. — *Eisenberg :* Altérations anatomiques des glandes salivaires dans la rage chez le chien et chez l'homme. — *Arnold :* Tuberculose des ganglions lymphatiques et de la rate. — *Preiss :* Canaux lymphatiques de la cornée, cellules interstitielles de la cornée et leurs relations avec la membrane de Descemet. — *Kaczadmer :* De l'ossification. — *Uhdé :* Rapport sur les examens de trichine dans le Brunswick en 1881. — *Brundt :* Un cas de malformation par absence des extrémités des membres. — *Thoma :* Numération des globules blancs du sang. — *Penzoldt* et *Fleischer :* Recherches expérimentales sur l'échange interstitiel pendant la dyspnée. — *Lesshaft :* Causes qui déterminent la forme des os. — *Franckel :* Kyste de l'intestin. — Contribution à l'étude de l'ozène. — *Bajensky :* Pathologie du rachitisme. — Études expérimentales. — *Friedländer :* Schizomycètes dans la pneumonie aiguë. — *Raehlmann :* Dégénérescence amyloïde et hyaline de la conjonctive. — *Wernicke* et *Hahn :* Abcès idiopathique de l'occipital guéri par trépanation. — *Catiano :* Troubles de l'organisme après des brûlures de la peau. — *Israël :* De l'actinomycose de l'homme. — *Posadczky :* Molluscum fibreux congénital multiple. — *Auder :* A propos de la résorcine.

Publications nouvelles.

Cours d'électricité, rédigé conformément aux programmes prescrits par l'arrêté du 2 août 1880 (classe de rhétorique), par M. *E. Duter*, agrégé de l'Université, docteur ès sciences physiques, professeur de physique au lycée Louis-le-Grand, maître de conférences à la Sorbonne. — Odoin, Paris, 1882.

— Recherches microscopiques sur les bactéries de l'air et du sol, par M. le docteur *Pierre Miquel*. — Une brochure in-18 de 118 pages, chez Gauthier-Villars, à Paris, 1882.

— La péninsule malaise, projet de percement de l'isthme, par M. *Léon Dru*. — Une brochure de 41 pages, grand in-8° avec cartes, 1881. Paris, chez Georges Chamerot.

— Projet de percement de l'isthme de Krau, par *Léon Dru*. — Brochure grand in-8° de 24 pages avec cartes. Paris, 1882, chez Chamerot.

— Recherches cliniques et anatomo-pathologiques sur les affections cutanées d'origine nerveuse, par le docteur *Henri Leloir*. — Un volume in-8° de 220 pages avec planches, 1882. Paris, chez Delahaye et E. Lecrosnier.

— Étude comparée du médicament et de la série médicamenteuse, par M. le docteur *Duboué*. — Un volume in-8° de 224 pages, 1881, chez G. Masson.

— La fisiologia del sistema nervoso nelle sue relazioni coi fatti, par le docteur *Mario Panizza*. Un volume in-8° de 258 pages, 1881. Rome, chez Alessandro Manzoni.

— Assainissement de Paris. — Observations des ingénieurs du service municipal de Paris, par M. *Alfred Durand-Claye*. — Une brochure in-8° de 77 pages, à Saint-Germain, chez D. Bardin et Cie.

— De l'acclimatement en Algérie, par le docteur *A. Bertherand*. — Une brochure in-8° de 31 pages, 1881. Paris, chez J. Baillière.

— De la persistance de l'os central dans le corps humain, par le docteur *E. Vincent*. — Une brochure in-8° de 22 pages avec planches. Alger, 1881, chez Adolphe Jourdan.

— La riproduzione delle percezioni di movimento nello spazio visivo. — Ricerche di psicologia sperimentale du docteur *Gabriele Buccola*. — Une brochure in-8° de 20 pages. Milan, chez Dumolard frères.

— Impressions et aventures d'un diabétique a travers la médecine et les médecins, par le docteur *Jules Cyr*. — Un volume in-12 de 288 pages. Paris, 1881, chez A. Delahaye et Lecrosnier.

— Quelques expériences d'acoustique, par M. *Rudolphe Kœnig*, docteur en philosophie, constructeur d'appareils d'acoustique. Paris, 1882.

— Sulla teoria della doppia trasmissione, du docteur Mario Panizza. Réponse de M. *Luigi Luciani*. — Une brochure in-8° de 85 pages. Rome, 1881, chez M. Armanni.

— Die statistichen erhebungen, über die Farbe der Augen, der Haare und der Haut, in den Schulen der Schweiz, par le professeur *Kolmann*. — Une brochure in-4° de 42 pages avec carte, 1882, chez H. Georg, à Bâle et Lyon.

— La criminalita nelle sue relazioni col china. — Étude de statistique sociale, par *Giuseppe Orano*. — Un volume grand in-8° de 156 pages, à Rome, chez Fredi Botta, 1882.

CHRONIQUE

M. Pasteur, par M. Renan (1).

Nous sommes bien incompétents pour louer ce qui fait votre gloire véritable, ces admirables expériences par lesquelles vous atteignez jusqu'aux confins de la vie, cette ingénieuse façon d'interroger la nature qui tant de fois vous a valu de sa part les plus claires réponses, ces précieuses découvertes qui se transforment chaque jour en conquêtes de premier ordre pour l'humanité. Vous répudieriez nos éloges, habitué que vous êtes à n'estimer que les jugements de vos pairs, et, dans les débats scientifiques que soulèvent tant d'idées neuves, vous ne voudriez pas voir des appréciations littéraires venir se mêler au suffrage des savants que rapproche de vous la confraternité de la gloire et du travail. Entre vous et vos savants émules nous n'avons point à intervenir.

Mais, en dehors du fond de la doctrine, qui n'est point de notre ressort, il est une maîtrise, monsieur, où notre pratique de l'esprit humain nous donne le droit d'émettre un avis. Il y a quelque chose que nous savons reconnaître dans les applications les plus diverses; quelque chose qui appartint au même degré à Galilée, à Pascal, à Michel-Ange, à Molière; quelque chose qui fait la sublimité du poète, la profondeur du philosophe, la fascination de l'orateur, la divination du savant. Cette base commune de toutes les œuvres belles et vraies, cette flamme divine, ce souffle indéfinissable qui inspire la science, la littérature et l'art, nous l'avons trouvé en vous, monsieur : c'est le génie. Nul n'a parcouru d'une marche aussi sûre les cercles de la nature élémentaire; votre vie scientifique est comme une traînée lumineuse dans la grande nuit de l'infiniment petit, dans ces derniers abîmes de l'être où naît la vie.

Vous avez commencé, monsieur, par le vrai commencement de la nature. Avec Haü et Malus, vous demandiez d'abord au cristal le secret de ses caprices apparents. Vous étiez encore à l'École normale, une note de Mitscherlich vous troubla dans votre foi chimique. Deux substances identiques par la nature, le nombre, l'arrangement et la distance des atomes agissaient d'une manière essentiellement différente sur la lumière. Vous reprîtes avec passion l'étude de la forme cristalline des deux sels de M. Mitscherlich, et vous arrivâtes à votre belle théorie de la dissymétrie moléculaire. Oui, deux groupes atomiques qui se montrent identiques au travers de toutes les épreuves de la chimie peuvent être, l'un à l'égard de l'autre, dans la même relation qu'un objet à l'égard de son image vue dans un miroir. Ils ont une droite et une gauche; on peut les opposer, non les superposer, comme les deux mains.

L'illustre M. Biot, chargé de rendre compte de ces faits nouveaux à l'Académie des sciences, eut d'abord quelques doutes. Quand vous allâtes le voir au Collège de France, il s'était déjà procuré lui-même les matières de l'expérience. Il vous les fit préparer sous ses yeux, sur le fourneau de sa cuisine. Vous placiez à sa droite les cristaux qui devaient dévier la lumière à droite; à sa gauche, les cristaux qui devaient la dévier à gauche. Il fit lui-même l'épreuve de la polarisation : mais il n'alla pas jusqu'au bout; quelques indices lui suffirent. « Mon cher enfant, vous dit-il en serrant votre bras, j'ai tant aimé les sciences dans ma vie, que cela me fait battre le cœur. »

Toutes vos découvertes ultérieures sont sorties de celle-là par une sorte de développement naturel. Bientôt, en effet, vous arrivez à voir que tous les produits artificiels des laboratoires et toutes les espèces minérales sont à image superposable, tandis que les produits essentiels de la vie sont dissymétriques. La vie vous conduit à la fermentation; l'élément dissymétrique fait fermenter; l'élément symétrique ne fait pas fermenter. La fermentation est toujours d'origine vitale; elle vient d'êtres microscopiques qui trouvent dans la matière organique leur nourriture, non leur raison de naître; le groupe droit et le groupe gauche ne satisfont pas également à la nutrition des microbes. Vos études sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère servent de point de départ à tout un ordre de recherches, où vos disciples sont des maîtres qui s'appellent Lister, Tyndall.

La fermentation vous mène aux maladies, qui sont en quelque sorte la fermentation de l'être vivant; de la cristallographie vous êtes conduit à la médecine; vous arrivez à voir que les maladies transmissibles tiennent le plus souvent à des développements irréguliers d'êtres étrangers à l'organisme qui le troublent ou le détruisent.

De là vos savantes recherches sur les maladies du vin, de la bière, des vers à soie; puis ces terribles accidents de la machine humaine : le charbon, la septicémie, la rage, qui peuvent amener la mort à l'organisme par lui-même le plus sain et le plus robuste. La claire vue de la nature du mal vous indique le remède; on guérit bientôt la maladie dont on connaît la cause.

Votre théorie des germes de putréfaction ouvre une voie qui sera un jour et qui est déjà féconde pour le bien de notre pauvre espèce.

La vaccination, qui n'avait été jusqu'ici qu'une application très particulière d'une théorie à peine ébauchée, devient entre vos mains un principe général susceptible des usages les plus variés. C'est la rage, monsieur, qui est en ce moment l'objet de vos études; vous en cherchez le principe microscopique, vous le trouverez; l'humanité vous devra la suppression d'un mal horrible et aussi d'une triste anomalie : je veux parler de la défiance qui se mêle toujours un peu pour nous aux caresses de l'animal dans lequel la nature nous montre le mieux son sourire bienveillant.

Que vous êtes heureux, monsieur, de toucher ainsi par votre art aux sources mêmes de la vie! Admirables sciences que les vôtres! Rien ne s'y perd. Vous aurez inséré une pierre de prix dans les assises de l'édifice éternel de la vérité. Parmi ceux qui s'adonnent aux autres parties du travail de l'esprit, qui peut avoir la même assurance? M. de Maistre peint quelque part la science moderne « sous l'habit étriqué du Nord..., les bras chargés de livres et d'instruments, pâle de veilles et de travaux, se traînant souillée d'encre et toute pantelante sur la route de la vérité, baissant toujours vers la terre son front sillonné d'algèbre ». Comme vous avez bien fait, monsieur, de ne pas vous arrêter à ce souci de gentilhomme! La nature est roturière; elle veut qu'on travaille; elle aime les mains calleuses et ne se révèle qu'aux fronts soucieux.

Votre vie austère, toute consacrée à la recherche désintéressée, est la meilleure réponse à ceux qui regardent notre siècle comme déshérité des grands dons de l'âme. Votre laborieuse assiduité n'a voulu connaître ni distractions ni repos. Recevez-en la récompense dans le respect qui vous entoure, dans cette sympathie dont les marques se produisent aujourd'hui si nombreuses autour de vous, et surtout dans la joie d'avoir bien accompli votre tâche, d'avoir pris place au premier rang dans la compagnie d'élite qui s'assure contre le néant par un moyen bien simple, en faisant des œuvres qui restent.....

(1) Nous croyons être agréable à nos lecteurs en reproduisant cette belle appréciation des travaux de M. Pasteur par M. Renan, telle que l'illustre écrivain l'a indiquée dans son discours à l'Académie française.

— Association française pour l'avancement des sciences. — M. Callot, officier d'académie, président de la 16ᵉ section (pédagogie), a adressé aux divers membres de l'Association française la lettre suivante :

« Chargé de préparer les travaux de la 16ᵉ section au prochain congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, qui aura lieu à la Rochelle du 24 au 31 août, j'ai l'honneur de solliciter à la fois votre adhésion au congrès et votre participation active à nos travaux.

« J'espère que vous voudrez bien présenter un ou plusieurs mémoires sur des sujets de votre choix, se rattachant soit à l'art d'enseigner, soit à l'enseignement lui-même : le champ est vaste des questions qui peuvent être traitées dans notre section et j'ajoute que le moment est particulièrement favorable pour les aborder et les examiner à fond.

« Je vous demanderai seulement de m'indiquer le plus tôt possible les sujets que vous aurez choisis, afin que le programme des travaux, qui sera publié d'ici à deux mois, puisse en faire mention. »

Prière d'adresser les lettres soit au secrétaire du conseil, 4, rue Antoine-Dubois, soit au président de la section, 10, rue Réaumur, à la Rochelle.

Le gérant : Félix Alcan.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [730]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3ᵉ SÉRIE — 2ᵉ ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 20 20 MAI 1882

HISTOIRE DES SCIENCES

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

M. HUXLEY

L'origine et les progrès de la paléontologie.

L'homme qui, le premier, à la vue d'un coquillage, d'un ossement enfoui dans le sable ou dans un bloc de roche, se prit à réfléchir sur la nature du « fossile » qu'il venait de découvrir et sur les causes qui avaient amené là un tel objet, fit cette première application des sciences biologiques et géologiques que nous appelons aujourd'hui la paléontologie.

Sous cette forme rudimentaire, on peut attribuer une haute antiquité à la paléontologie, puisque nous savons que les écrits du philosophe Xénophane de Colophon, qui vivait cinq cents ans avant l'ère chrétienne, mentionnent la découverte de restes fossiles dans les carrières de Syracuse. Depuis cette époque, les philosophes et même les poètes, les historiens, les géographes anciens parlent des fossiles et à l'époque de la Renaissance, des controverses animées s'élèvent sur leur nature véritable.

Toutefois, il n'y a guère plus de deux cents ans que le problème fondamental a été traité sérieusement et c'est au siècle dernier que la valeur archéologique des fossiles, j'entends leur importance au point de vue de l'histoire de la terre, a été pleinement reconnue.

La première étude des restes fossiles d'un groupe important de vertébrés fut faite par Cuvier en 1822, dans ses *Recherches sur les ossements fossiles*. Quant à la paléontologie stratigraphique, elle est encore si récente que son inventeur, William Smith, vécut assez pour recevoir, en juste récompense de sa découverte, la première médaille de Wollaston, en 1831.

Bien que la paléontologie soit comparativement une science bien jeune, la quantité des matériaux d'étude qu'elle a déjà devant elle est vraiment prodigieuse. Dans ces cinquante dernières années, le nombre des restes d'invertébrés fossiles connus a triplé ou quadruplé.

L'interprétation des vertébrés fossiles, si bien commencée par Cuvier, fut continuée avec une activité et un succès remarquable, par Agassiz en Suisse, von Meyer en Allemagne, et enfin par Owen en Angleterre. Aujourd'hui un nombre considérable de travailleurs explorent le même champ d'études.

Dans plusieurs groupes du règne animal, le nombre des fossiles déjà connus est aussi grand que celui des espèces existantes. Dans certains cas, les formes éteintes sont plus nombreuses que les formes existantes. Il y a des ordres entiers d'animaux dont nous ne soupçonnerions pas l'existence sans les découvertes des fossiles. Et cependant, on peut l'affirmer sans crainte, nous ne connaissons pas encore la dixième partie des fossiles qui seront découverts un jour.

A en juger par la quantité de fossiles trouvés récemment dans les terrains de formation tertiaire de l'Amérique du Nord, il semble qu'on ne puisse jamais arriver à connaître tous les restes fossiles de mammifères qui s'y trouvent et l'analogie nous conduit à penser qu'on découvrira de semblables richesses dans l'Asie orientale lorsqu'on l'aura explorée avec le même soin.

Par contre, nous avons tout à apprendre sur la population terrestre de l'époque mésozoïque, cependant les États de l'ouest des États-Unis paraissent aussi riches en représentants de cette époque qu'ils le sont en fossiles des terrains tertiaires.

Mon ami le professeur Marsh (1) m'informe que, dans ces

(1) Voy. dans la *Revue scientifique* du 12 décembre 1879 un article de M. le professeur Marsh sur l'histoire de la paléontologie.

deux dernières années, on a trouvé dans un espace de l'étendue d'une chambre ordinaire les restes fossiles de plus de 160 types de mammifères appartenant à 20 espèces et 9 genres et que, dans des couches de la même époque, on a mis au jour 300 reptiles dont les dimensions varient de 60 ou 80 pieds à la taille d'un lapin.

Le but que je me propose est de vous faire connaître, aussi brièvement que possible, par quels degrés successifs nous sommes arrivés à l'état actuel de la paléontologie et à des conclusions désormais indiscutables.

Je dois, en commençant, vous faire remarquer que cette esquisse des progrès d'une science qui a été le sujet d'innombrables travaux sera plutôt synthétique qu'analytique; mon but est d'indiquer les époques de la paléontologie et non de faire l'histoire de cette science.

Et tout d'abord, quelle est la nature des fossiles? Tel est, selon moi, le problème fondamental de la paléontologie, telle est la question qu'il faut résoudre avant de pouvoir en traiter une autre avec fruit.

Les fossiles sont-ils, comme le bon sens des anciens Grecs le leur faisait admettre sans hésitation, les restes d'animaux et de plantes? Sont-ils plutôt, ainsi qu'on le croyait généralement aux xve, xvie et xviie siècles, des pierres, des minéraux, ayant la forme de feuilles, de coquilles et d'ossements, comme ces minéraux que nous nommons cristaux ont la forme régulière et géométrique des solides? Ou bien encore, sont-ils, conformément à une autre théorie, le produit des germes d'animaux, des graines de plantes qui se sont perdus dans le sein de la terre et qui n'ont atteint qu'un développement imparfait?

Au lieu de rire de nos ancêtres et des systèmes qu'ils ont adoptés, il vaut mieux chercher à comprendre pourquoi des hommes qui n'étaient pas moins intelligents que nous ont eu, sur cette question, une manière de voir qui nous paraît absurde aujourd'hui.

La croyance en ce qu'on nomme à tort la génération spontanée, c'est-à-dire l'idée que la matière vivante a son point de départ dans la matière minérale, sans qu'il soit nécessaire de supposer une matière vivante préexistante, cette idée, dis-je, acceptée de nos jours encore par quelques-uns, était admise alors par tous comme une vérité.

On citait les formes arborescentes de la gelée blanche et de certains minéraux pour prouver l'existence de cette *vertu plastique* que possédait la terre et qui permettait à la matière inorganique de prendre les formes des corps organisés.

Quiconque s'est occupé des fossiles sait qu'ils présentent d'innombrables gradations depuis le coquillage et l'ossement qui sont la reproduction des formes actuelles, jusqu'à ces masses de pierre qui n'ont avec la matière organique qu'une vague ressemblance.

Ces résultats, aujourd'hui connus, de modifications chimiques qui interviennent dans le cours de la fossilisation et transforment en substance minérale la substance organique pouvaient être interprétés, dans l'ignorance d'autrefois, d'une manière toute différente, comme la transformation de la substance minérale en substance organique.

A une époque où l'on eût traité de paradoxe absurbe l'idée que le niveau de la mer est constant, alors que la terre s'abaisse et s'élève à des milliers de pieds dans des ondulations séculaires, l'idée que les fossiles étaient des jeux de la nature devait paraître moins osée que l'adoption de la théorie qui veut que les monts et les plaines dont les roches renferment des coquillages marins aient été, à un moment donné, recouverts par l'océan. Aussi, malgré les idées fort justes de Léonard de Vinci et de Bernard Palissy sur la nature des fossiles, n'est-il pas étonnant que leurs contemporains aient eu de toutes autres théories et que l'erreur se soit perpétuée.

En effet, c'est à la fin du xviie siècle seulement qu'une explication des fossiles fut donnée sur des bases scientifiques qui ne laissaient plus de place au doute.

Celui qui rendit ce service à la science fut le Danois Nicolas Stenon, professeur d'anatomie à Florence. Les collectionneurs de fossiles de cette époque possédaient certains échantillons qu'ils nommaient *glossopetræ*. Dans la première partie du xviie siècle, Fabio Colonna avait cherché à persuader à ses collègues de la célèbre académie *dei Lincei* que les *glossopetræ* étaient des dents de requin fossile; mais ses arguments n'avaient convaincu personne. Cinquante ans plus tard, Stenon reprit la question; il fit la dissection d'une tête de requin et montra d'une manière évidente que les dents étaient identiques aux *glossopetræ*. Stenon était allé déjà un peu plus loin que Colonna; par la suite, il continua ses études sur les fossiles et publia, en 1669, le résultat de ses recherches dans un petit traité qui a pour titre : *De solido intra solidum naturaliter contento.*

On peut résumer en quelques mots les vues générales de Stenon.

Les fossiles sont des corps solides qui, par un événement naturel, se sont trouvés contenus dans d'autres corps solides, tels que les roches; aussi la formule générale du problème fondamentale de la paléontologie peut-elle être posée ainsi : étant donné un corps d'une certaine forme dont la production est conforme aux lois naturelles, trouver dans ce corps même l'explication de la place qu'il occupe et le mode de sa production (1).

Le seul moyen de résoudre le problème est d'appliquer l'axiome que les mêmes effets impliquent les mêmes causes ou, comme Stenon l'établit au point de vue qui nous occupe, que les corps qui sont en tout semblables ont été produits de la même manière.

Or, puisque les *glossopetræ* sont en tout semblables aux dents de requins, ils doivent provenir de poissons semblables à des requins, et puisqu'un grand nombre de fossiles est identique, jusque dans les plus petits détails, aux coquilles que l'on trouve dans la mer ou dans l'eau douce, ces fossiles doivent provenir d'animaux identiques.

(1) Dato corpore certâ figura prædito et juxta leges naturæ producto, in ipso corpore argumenta invenire locum et modum productionis detegentia. *De solido intra solidum*, p. 5.

(2) Corpora sibi invicem omnino similia, simili etiam modo producta sunt. *Loc. cit.*

A l'objection spécieuse que certains fossiles ne sont pas absolument semblables aux espèces vivantes dont on les rapproche, qu'ils diffèrent de substance s'ils se ressemblent de forme, que ce sont des trous, des empreintes dont la surface seule ressemble à des organismes animaux ou végétaux, Stenon répond en montrant les changements qui se produisent dans les restes organiques enfouis dans la terre, en prouvant que leur substance solide peut se dissoudre entièrement et se transformer à ce point qu'il ne reste rien de l'original qu'une impression, une trace, un contour.

Ces vues, si excellemment exposées en 1669 par Stenon, ont guidé toutes les recherches des paléontologistes qui sont venus après lui.

Ce tour de force de la paléontologie qui a fait sur l'imagination populaire une impression si puissante, cette reconstitution d'un type éteint à l'aide d'une dent ou d'un ossement est basée sur la simple application des raisonnements de Stenon. Un instant de réflexion prouvera que la conclusion de Stenon sur les *glossopetræ* impliquait la reconstitution d'un animal éteint, au moyen de ses dents. C'était dire en effet que l'animal dont les *glossopetræ* étaient un reste avait la forme et l'organisation d'un requin; qu'il avait une tête, une colonne vertébrale, des membres semblables à ceux qui forment le caractère distinctif de ce groupe de poissons; que son cœur, ses branchies, ses intestins présentaient les mêmes particularités que ceux des requins.

Ces conclusions sont aussi certaines que peuvent l'être des conclusions basées sur des raisonnements probables. Et cela, tout simplement parce que l'expérience nous permet d'affirmer que les dents de cette forme et de cette structure particulière sont invariablement associées à l'organisation des requins et qu'on ne les trouve jamais dans d'autres organismes.

Nous ne sommes pas encore à même aujourd'hui d'expliquer pourquoi cela est ainsi, nous devons accepter le fait comme une loi empirique de la morphologie animale; peut-être un jour en trouverons-nous la raison dans l'histoire de l'évolution du groupe des requins, mais il est inutile de la chercher dans les raisonnements physiologiques ordinaires.

Quiconque a étudié la paléontologie sait qu'une dent ou un ossement ne nous permet pas toujours de porter un jugement sur le type de l'animal auquel il a appartenu : on pourrait avoir plusieurs dents, parfois même une grande portion du squelette d'un type éteint sans être à même pour cela de reconstituer son cerveau et ses membres. C'est seulement lorsque la dent ou l'ossement présente des particularités que nous savons être, par expérience, le caractère propre à certains animaux, que nous pouvons ranger avec certitude le fossile dans leur groupe.

A la vue d'une molaire de vache, nous pouvons affirmer que ce reste fossile appartenait à un ruminant qui avait deux doigts complets à chaque pied; à la vue d'une molaire de cheval, nous savons qu'elle appartenait à un quadrupède non ruminant possédant un seul doigt complet à chaque pied. Mais si les ruminants et les solipèdes étaient des espèces éteintes, si nous n'en connaissions que les molaires, aucun raisonnement physiologique ne nous permettrait de les reconstituer, encore moins de deviner les différences qui les distinguaient.

Cuvier, dans son *Discours sur les révolutions de la surface du globe,* s'attribue l'invention de la nouvelle méthode de recherches paléontologiques. Mais si vous relisez les *Recherches sur les ossements fossiles,* si vous étudiez les travaux de Cuvier, vous reconnaîtrez que sa méthode était celle de Stenon. Lorsqu'il fit la fameuse découverte, lorsqu'avec une mâchoire trouvée dans le roc, il reconstitua le bassin de l'animal à qui elle avait appartenu, il ne savait pas plus que les autres pourquoi une forme particulière de mâchoire se retrouve toujours chez les marsupiaux; mais l'expérience lui avait appris que ces deux structures vont toujours ensemble.

La détermination de la nature des fossiles devait amener un nouveau progrès en paléontologie. Elle allait permettre de découvrir l'histoire de la terre. En effet, si les fossiles sont les restes de plantes et d'animaux, il s'ensuit que leur ressemblance avec des animaux terrestres ou d'eau douce implique l'existence d'une terre et d'eau douce et que leur ressemblance avec des organismes marins est la preuve de l'existence d'une mer à l'époque où vivaient ces fossiles. En l'absence d'évidence contraire, on doit admettre que les organismes terrestres et marins impliquent l'existence d'une terre et d'une mer là où on les a découverts. Cette conséquence s'est imposée à tous les esprits depuis Xénophane qui pensait que les fossiles étaient des restes d'organismes.

Stenon y voyait l'indice de modifications nombreuses dans les conditions géologiques de la Toscane et raisonnait en termes dignes d'un géologue moderne. Les travaux de De Maillet, au commencement du XVIIe siècle, portèrent sur les fossiles, et Buffon le suivit de près dans ces deux remarquables ouvrages : *la Théorie de la terre* et *les Époques de la nature* qui marquent l'un, le début, et l'autre la fin de la carrière de ce grand naturaliste.

Buffon, au début des *Époques de la nature,* établissait nettement l'analogie qui existe entre les études géologiques et les études archéologiques.

« Comme dans l'histoire civile, on consulte les titres, on recherche les médailles, on déchiffre les inscriptions antiques, pour déterminer les époques des révolutions humaines et constater les dates des événements moraux; de même, dans l'histoire naturelle, il faut fouiller les archives du monde, tirer des entrailles de la terre les vieux monuments, recueillir leurs débris et rassembler en un corps de preuves tous les indices des changements physiques qui peuvent nous faire remonter aux différents âges de la nature. C'est le seul moyen de fixer quelques points dans l'immensité de l'espace et de placer un certain nombre de pierres numéraires sur la route éternelle du temps. »

Il énumère ensuite cinq classes de monuments qu'on doit regarder comme les témoins des premiers âges de la nature; tous sont des faits paléontologiques.

1° On trouve à la surface et à l'intérieur de la terre des coquilles et autres productions de la terre, et toutes les matières qu'on appelle *calcaires* sont composées de leurs détriments.

2° En examinant ces coquilles et autres productions marines que l'on retire de la terre, en Europe, on reconnaît qu'une grande partie des espèces d'animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu ne se trouve pas dans les mers adjacentes. De même on voit dans les ardoises et dans d'autres matières, à de grandes profondeurs, des impressions de poissons et de plantes, dont aucune n'appartient à notre climat, et qui n'existent plus ou ne se trouvent que dans les climats méridionaux.

3° On trouve en Sibérie et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie des squelettes, des défenses, des ossements d'éléphants, d'hippopotames et de rhinocéros, en assez grande quantité pour être assuré que les espèces de ces animaux qui ne peuvent se propager aujourd'hui que dans les terres du midi existaient et se propageaient autrefois dans les terres du nord. Ces dépouilles d'éléphants et d'animaux terrestres se présentent à une assez petite profondeur, au lieu que les coquilles et les autres débris des productions de la mer se trouvent enfouis à de plus grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre.

4° On trouve des défenses et des ossements d'éléphants, ainsi que des dents d'hippopotames, non seulement dans les terres du nord de notre continent, mais aussi dans celles du nord de l'Amérique, quoique les espèces de l'éléphant et de l'hippopotame n'existent pas dans ce continent du nouveau monde.

5° On trouve dans le milieu des continents, dans les lieux les plus éloignés des mers, un nombre infini de coquilles, dont la plupart appartiennent aux animaux de ce genre actuellement existants dans les mers méridionales et dont plusieurs autres n'ont aucun analogue vivant; en sorte que les espèces en paraissent perdues et détruites par des causes jusqu'à présent inconnues.

Nous ne rechercherons pas jusqu'à quel point ces affirmations peuvent être exactes. Elles suffisent pour justifier les conclusions de Buffon, que les mers ont, à une certaine époque, recouvert les continents; que la formation des roches fossilifères a demandé un temps beaucoup plus considérable que les traditions sacrées n'en assignent à l'âge de la terre ; que le climat du pôle a éprouvé, comme tous les autres climats, des degrés successifs de moindre chaleur et de refroidissement; qu'un grand nombre d'espèces animales n'existent plus aujourd'hui et que les changements géologiques ont certains rapports avec la distribution géographique.

Ces propositions contiennent le programme de la paléontologie. Un point manquait encore pour le rendre complet: ce fut William Smith qui le trouva dans les dernières années du XVIIIe siècle et ses travaux sont encore si récents que bien des personnes vivantes ont pu le connaître. Ce modeste arpenteur, appelé par sa profession à parcourir en tous sens l'Angleterre, profita des conditions exceptionnellement favorables que présentaient dans ce pays les couches de terrain tertiaire pour examiner avec soin et comparer les fossiles qu'ils contenaient.

Ses observations étendues et fidèles eurent pour résultat d'établir cette importante vérité que chaque couche contient certains fossiles qui lui sont propres : qui plus est, l'ordre dans lequel sont superposées les couches caractérisées par ces fossiles est invariablement le même. Cette très importante généralisation fut bien vite vérifiée et elle s'étendit à toutes les parties du globe accessibles aux géologues. Elle repose aujourd'hui sur une immense quantité d'observations et on peut la considérer comme une des vérités les mieux établies dans les sciences naturelles.

Cette découverte avait pour le géologue une très grande valeur. Elle lui permettait de constater l'identité de roches du même âge dont la continuité était interrompue ou la composition altérée. Mais elle avait une portée plus grande encore pour le biologiste, car elle prouvait que, pendant les espaces prodigieux de temps enregistrés par les rocs fossilifères, la population vivante de la terre avait subi de perpétuels changements. Non seulement les premières espèces avaient disparu, mais de nouvelles s'étaient continuellement formées, à mesure que les anciennes s'étaient éteintes.

Ainsi, c'est à la fin du siècle dernier que les limites de la paléontologie, en tant que domaine du géologue et du biologiste, ont été marquées. En retraçant l'histoire des progrès qui suivirent, je me bornerai à parler de la biologie et de l'influence de la paléontologie sur la *morphologie* zoologique.

La succession des espèces d'animaux et de plantes étant reconnue, la première question que devaient poser le zoologiste et le botaniste était celle-ci : Quelle est la relation entre ces espèces qui se succèdent? Chose curieuse, le fait le plus important dans l'histoire de la paléontologie après la *généralisation* de William Smith fut une découverte qui, si elle avait été bien appréciée, aurait aidé à trouver la réponse qui, de fait, ne fut donnée que cinquante ans plus tard. Je veux parler de l'étude, faite par Cuvier, des restes de mammifères fossiles trouvés dans les carrières de formation tertiaire de Montmartre. Les principaux résultats de ces recherches amenèrent la découverte de deux genres éteints de quadrupèdes ongulés : l'*Anoplotherium* et le *Palæotherium*.

Les importants matériaux d'études mis à la disposition de Cuvier lui permirent de se faire une idée fort exacte de l'ostéologie et de la dentition de ces deux types et de comparer leur structure avec les ongulés de nos jours. Cet examen lui prouva que l'*Anoplotherium*, qui présentait plusieurs points de ressemblance avec les cochons d'une part, et les ruminants de l'autre, avait avec ces deux types des différences si grandes qu'il était impossible de le faire rentrer dans l'un de ces deux groupes. Il avait, de fait, une position intermédiaire et pouvait servir de trait d'union entre ces deux groupes si distincts dans la faune de nos jours.

Il en était de même du *Palæotherium*, qui servait à relier entre eux les tapirs, les rhinocéros et les chevaux. Les recherches qui ont suivi ont fait connaître une série de faits du

même ordre. La découverte la plus curieuse et la plus étonnante est celle qui démontre l'existence, à l'époque mésozoïque, d'une série de types intermédiaires entre les oiseaux et les reptiles, deux classes de vertébrés qui, actuellement, ont entre elles les plus grandes différences.

Dans la faune mésozoïque, l'intervalle qui les sépare est complètement rempli, d'un côté par des oiseaux qui possèdent les caractères des reptiles; de l'autre, par des reptiles qui ont les caractères ornithiques.

De nos jours, le groupe des poissons dits ganoïdes est si différent des dipnoïens que les naturalistes en ont fait deux ordres distincts, et cependant le terrain dévonien renferme des types dont on ne saurait dire avec certitude s'ils appartiennent aux Dipnoïens ou aux Ganoïdes.

Agassiz, à la suite de ses longues et laborieuses recherches publiées de 1833 à 1842, émit l'idée qu'il existait un autre genre de relations entre les anciennes et les nouvelles formes de la vie. Il remarqua que les types les plus anciens de poissons présentaient beaucoup des caractères que l'on retrouve dans l'embryon des poissons de nos jours, et que non seulement chez les poissons, mais encore chez plusieurs groupes d'invertébrés qui ont une longue histoire paléontologique, les derniers types sont plus modifiés, plus spécialisés que les types primitifs. Le fait, indiqué par M. le professeur Owen, que la dentition, chez les ongulés du terrain tertiaire et chez les mammifères carnivores, est toujours complète vient à l'appui de la même généralisation.

Des observations non moins précieuses ont été faites par M. Darwin. Pendant le voyage d'exploration du *Beagle*, son attention fut appelée sur ce fait singulier que la faune qui précède immédiatement la faune actuellement existante présente partout les mêmes particularités que la faune qui lui a succédé. Ainsi les fossiles de l'époque tertiaire ou quaternaire retrouvés dans l'Amérique du Sud et en Australie prouvent que la faune qui a précédé l'époque actuelle était caractérisée, comme aujourd'hui, par la présence des édentés et des marsupiaux, bien que les espèces des deux époques soient très différentes entre elles.

Malgré la valeur de ces indications, la question de la relation exacte des formes successives de la vie animale et végétale ne peut être résolue d'une manière satisfaisante que si l'on compare, degré par degré, les séries de formes représentées par un type toujours le même pendant un long espace de temps.

Dans ces dernières années, les savants se sont livrés à ce travail qui est maintenant complet pour le cheval, et moins complet pour les principaux types d'ongulés et de carnivores. Toutes ces recherches conduisent au même résultat : dans une série donnée, les types successifs de la série présentent une spécialisation de structure qui s'augmente graduellement.

Ainsi le mammifère de l'époque actuelle, qui possède un bassin, une dentition spécialement modifiés et réduits et un cerveau développé, a eu des ancêtres qui présentaient des modifications et des réductions de moins en moins sensibles dans le bassin et les dents, et un cerveau de moins en moins développé.

Les travaux de Gaudry, de Marsh et de Cope fournissent de nombreux exemples à l'appui de cette loi, à commencer par les merveilleuses richesses fossiles de Pikermi et la vaste série non interrompue des roches tertiaires de l'Amérique du Nord.

Il me reste maintenant à résumer les résultats de cette étude sur les débuts et les progrès de la paléontologie. Toute la paléontologie repose sur deux propositions, la première que les fossiles sont les restes d'animaux et de plantes, la seconde, que les roches stratifiées dans lesquelles on trouve ces fossiles sont des dépôts sédimentaires; chacune de ces propositions est basée sur cet axiome que les mêmes effets impliquent les mêmes causes. S'il existe une cause capable de produire une branche fossile, un coquillage, un ossement, en dehors de la matière vivante, la paléontologie n'a plus de fondement; si la stratification des roches n'est pas l'effet des mêmes causes qui produisent aujourd'hui la stratification, nous n'avons plus les moyens d'apprécier la durée du temps et l'ordre dans lequel les formes de la vie se sont succédé. Mais si l'on admet ces deux propositions, on est conduit, suivant moi, à trois conclusions très importantes.

1° La matière animée a existé sur terre depuis un temps considérable qui n'est certainement pas inférieur à des millions d'années.

2° Durant cet espace de temps, les formes de la matière vivante ont subi des changements continuels qui font que chaque période du monde animal et végétal est représentée par certaines espèces qui n'existaient pas à la période précédente et par d'autres qui ont disparu à la période suivante.

3° Dans le cas de plusieurs groupes de mammifères et quelques groupes de reptiles dont on a pu suivre un type pendant un espace de temps géologique considérable, la série des différentes formes qui représentent le type à des intervalles successifs est exactement ce qu'elle devrait être si elle avait été produite par la modification graduelle des premières formes de la série. Ce sont là des faits de l'histoire de la terre tout aussi évidents que des faits de l'histoire des peuples.

J'ai laissé de côté avec grand soin toutes les hypothèses qu'à différentes époques on a proposé pour la paléontologie et dans lesquelles on a voulu faire rentrer les faits paléontologiques.

Je ne veux pas abuser de vos moments en discutant devant vous des conceptions qui, sans doute, se soutiennent et ne sont pas sans utilité, mais qui sont étrangères aux vérités bien établies de la paléontologie; à l'heure actuelle, ces vérités n'ont laissé place qu'à deux hypothèses. La première se résume ainsi : dans le cours de l'histoire de la terre, d'innombrables espèces d'animaux et de plantes ont existé pendant des temps innombrables, indépendantes les unes des autres. Cette théorie implique donc qu'une génération spontanée d'un caractère étonnant, et, pour des animaux comme les

chevaux, les éléphants, a donné naissance aux êtres comme processus naturel, pendant toutes les époques dont les roches fossilifères nous ont gardé la trace ; elle nécessite la croyance en un nombre incalculable de créations, et cela pendant des temps dont on ne peut calculer la longueur.

L'autre hypothèse veut que les espèces d'animaux et de plantes se soient succédé, la dernière provenant de la modification graduelle de la première. C'est la théorie de l'évolution : les découvertes paléontologiques des dix dernières années sont si bien d'accord avec cette hypothèse que si elle n'existait pas, le paléontologiste devrait l'inventer.

J'ai toujours éprouvé une certaine crainte à déclarer qu'une chose était impossible. Je ne me hasarderai donc pas à dire qu'il est impossible que toutes ces espèces d'animaux et de plantes aient été produites séparément par des générations spontanées, qu'elles aient été créées séparément par une succession sans fin d'actes de miraculeuse création.

Cependant j'avoue que ces deux hypothèses me paraissent tellement improbables, tellement en contradiction avec la science et la tradition que je me sentirais porté à admettre l'hypothèse de l'évolution, n'eût-elle en sa faveur d'autre appui que la paléontologie.

Heureusement pour son avenir, la paléontologie est indépendante de toute considération hypothétique. Dans cinquante ans, lorsqu'on en fera l'histoire, on dira de notre époque qu'elle a déterminé, par l'observation des faits paléontologiques, la loi de succession des formes des animaux supérieurs. Stenon et Cuvier, par leur connaissance des lois empiriques de coexistence des parties, avaient été amenés à conclure de la partie au tout ; plus tard, la connaissance de la loi de succession des types a permis à leurs successeurs de conclure, d'un ou de deux termes de cette succession, à toute la série, et de deviner ainsi l'existence, à des époques qui se perdent dans le passé, des formes d'une vie dont il ne reste peut-être aucune trace aujourd'hui.

HUXLEY.

PHYSIQUE

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS, A PARIS

CONFÉRENCE DE M. MELSENS

Sur les paratonnerres.

Dans l'une des séances du congrès, M. Mascart, le savant professeur de physique du Collège de France, directeur du bureau central météorologique et secrétaire de la première section du congrès, caractérisait, en quelques mots, les deux systèmes de paratonnerres actuellement en présence :

1° Le système de Gay-Lussac basé sur l'emploi d'un petit nombre de conducteurs à large section et de tiges de grande hauteur ;

2° Le système de M. Melsens, qui consiste à entourer l'édifice à protéger d'une sorte de cage métallique, formée de conducteurs nombreux de faible section et garnie de pointes ou tiges courtes, mais nombreuses.

Mesdames, messieurs (1),

J'ai eu l'honneur d'exposer mon système au sein du congrès, composé de savants compétents, venus de toutes les parties du monde, dans le seul intérêt de la recherche de la vérité.

Je me suis proposé d'expliquer les motifs qui m'ont guidé dans le choix des dispositions qui, à une époque de doutes (1863-1865) sur l'efficacité de l'ancien système, me paraissaient de nature à compléter la protection du système de Franklin.

Mon illustre et vénéré maître, M. Dumas, président de la première section du congrès, a bien voulu me demander une conférence sur ce sujet. Cette tâche, honorable, mais difficile pour moi, je vais essayer de la remplir, dans la limite de mes forces et en sollicitant toute votre indulgence.

DÉFINITION DU PARATONNERRE. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Rien de plus simple à définir qu'un paratonnerre, conformément aux principes de Franklin : c'est un dispositif métallique aérien, pointe ou tige verticale, dominant un édifice et mis en communication métallique non interrompue (conducteur) avec le *réservoir commun*, c'est-à-dire la terre. L'électricité, sous forme de courant, d'étincelle ou de foudre, suit forcément le métal et se diffuse, sans danger pour l'édifice, dans la terre.

Dans aucun système on ne peut songer à modifier les principes, les lois physiques sur lesquels s'est appuyé Franklin pour la conception de son paratonnerre.

C'est à ce savant qu'il faudra toujours rapporter l'honneur et le bienfait de la préservation des coups de foudre, que l'Académie des sciences de Paris caractérisa en disant : ERIPUIT CŒLO FULMEN ! *Il a enlevé la foudre au ciel.*

Qu'on analyse tout ce qui a été écrit depuis Franklin et l'on sera bientôt convaincu que l'on n'a rien inventé en fait de paratonnerres, en tant qu'il s'agit de conduire la foudre à la terre, en lui traçant un chemin qui la rend inoffensive pour les édifices et leurs habitants.

Il y aura toujours à considérer dans le système de protection :

1° Un organe métallique aérien : barre à section prismatique, obtuse, cône, tige pointue, aigrette, sphère lisse ou hérissée de pointes, baïonnette, étoile, girouette, c'est-à-dire un dispositif dominant l'édifice ; ce réceptacle est chargé de recevoir directement le coup, mais il doit être disposé de façon à conduire la foudre là où elle ne peut plus être nuisible.

2° Un conducteur métallique de n'importe quelle forme, verge ou baguette ronde carrée, ruban, tube, corde, tresse, etc.,

(1) M. Melsens, qui nous a donné quelques éclaircissements et quelques notes, n'avait pas rédigé sa conférence ; elle n'a pas été sténographiée, nous n'avons donc pas la prétention de la rendre littéralement telle qu'elle a été traitée ; nous croyons cependant pouvoir assurer qu'elle rend la pensée du conférencier sous une forme succincte.

en communication directe avec le réceptacle, sera la voie de l'écoulement de la foudre dans la terre, comme l'eau des toits s'écoule au sol par les conduites de descente.

3° Mais il faut que ce conducteur se prolonge dans la terre, dans un sol humide ou dans l'eau. On peut le terminer par un dispositif métallique quelconque, bien entendu, sans aucune solution de continuité métallique.

S'agit-il d'appliquer ces principes de façon à réaliser les conditions les plus avantageuses pour parer les effets du feu du ciel, on peut se trouver en présence de solutions très différentes. En effet, indépendamment de la nature du sol sur lequel l'édifice repose et des matériaux constitutifs de cet édifice, nous devons porter notre attention sur le métal le plus convenable à employer. De plus, il est essentiel de discuter les dispositions à donner aux dispositifs extérieurs qui, dirigés vers les nuées, sont, par cela même, souvent condamnés à être frappés les premiers. Puis viennent les diverses dispositions à donner aux conducteurs en communication avec le *réservoir commun,* celle de la terminaison ou racine souterraine. Aussi que de noms illustres dans la science n'aurait-on pas à citer, en Allemagne, en Amérique, en Angleterre, en Autriche, en France, en Italie et en Russie, parmi les savants qui depuis Franklin, en 1752, se sont occupés de la question! Que d'instructions diverses à rappeler, que de préjugés à combattre au début, que de luttes à mentionner!

Les instructions adoptées par l'Académie des sciences de Paris, en 1823 (Gay-Lussac, rapporteur), en 1854-1855 (Pouillet, rapporteur), et en 1867-1868 (Pouillet, également rapporteur), se rapportent au système généralement suivi sur le continent (premier système cité par M. Mascart).

Mais, depuis 1823, nos édifices modernes ont subi, eu égard aux effets électriques possibles ou capables de dévier la foudre de sa route ordinaire le long des conducteurs, des modifications profondes, par suite de l'emploi de masses, parfois énormes, de fer dans les bâtiments et de canalisations métalliques pour le gaz et l'eau, lesquelles se rendent souvent jusqu'aux combles, en s'épanouissant ensuite dans le sol par des surfaces énormes.

Si tout se justifie dans les instructions de l'Académie, si elles ont été acceptées presque partout, il n'en est pas moins vrai que des accidents sont arrivés faute d'avoir tout prévu pour la protection; je citerai le cas du coup de foudre à la caserne du Prince-Eugène, munie de 7 tiges élevées (2 août 1862). Il y a une foule d'exemples semblables, et quelques critiques parfaitement fondées jettent un doute sérieux sur l'efficacité *absolue* des paratonnerres de l'ancien système.

Bien qu'entre l'ancien système et le mien il n'y ait, au fond, aucune différence essentielle, quant aux principes, il existe toutefois des différences notables dans les détails d'exécution.

Ces modifications peuvent se rapporter à une ancienne maxime : DIVIDE ET IMPERA ; *diviser pour régner*. Dans l'espèce, diviser les conducteurs pour augmenter leur efficacité.

J'ai donc divisé, ou multiplié la partie aérienne, la pointe; j'ai divisé et multiplié le conducteur; j'en ai fait autant pour la racine, ou le raccordement à la terre. Au lieu d'employer un canal unique pour l'écoulement, un seul lit de rivière, je l'ai ramifié en un véritable *delta*, qui, à mon sens, a pour conséquence une distribution plus large et mieux répartie de ce que l'on est convenu d'appeler le fluide électrique.

Par là, j'ai cherché à imiter ce que la nature fait pour l'arbre, en divisant ses branches, en le munissant de feuilles destinées à soutirer, par une grande surface, la force de la lumière, de la chaleur, et même de l'électricité émanant du soleil ; j'ai cherché de plus à imiter ce que la nature a fait à l'égard de la racine du végétal en la ramifiant pour faciliter l'absorption des sucs nourriciers de la terre.

On comprend aisément que, si au lieu d'un conducteur unique et de forte section, difficile à manier et à poser, on en prend plusieurs de faible section chacun, il sera plus facile de placer et de manier ceux-ci ; on pourra les enchevêtrer et l'on finira ainsi par constituer une véritable cage métallique à mailles aussi serrées que l'on voudra.

On peut se demander si une cage pareille préserve effectivement le bâtiment. Or voici une expérience considérée comme probante par toutes les personnes qui la voient une première fois.

On charge une grande batterie de Leyde assez fortement pour que sa décharge, au moyen de l'excitateur, soit capable de tuer ou de donner une secousse dangereuse et même mortelle à un animal : lapin, cobaye ou oiseau ; on fait ensuite passer une décharge de même force dans une de ces petites sphères creuses à mailles serrées en fil de fer étamé (dans lesquelles les ménagères cuisent le riz), après y avoir introduit un petit oiseau, un poisson, une grenouille, etc., et cela sans prendre la moindre précaution pour que l'animal ne touche pas le métal avec lequel il est en contact immédiat. Eh bien, les animaux ne manifestent pas le moindre mouvement, ne témoignent d'aucune souffrance lorsqu'on fait passer la décharge. Il est évident, dès lors, qu'ils n'ont pas ressenti la plus petite secousse électrique.

On peut donner à cette expérience plusieurs formes, qui toutes prouvent que l'intérieur de la cage reste indemne de toute manifestation électrique sensible ou dangereuse. Dans mon système, la cage sphérique métallique de l'expérience précédente représente le paratonnerre protégeant l'édifice et ses habitants.

MÉTAUX EMPLOYÉS DANS LA CONSTRUCTION DES PARATONNERRES.

Quel est le métal qui conviendra le mieux à la protection contre la foudre?

Dans la pratique, deux métaux sont employés à l'exclusion de tous les autres : le cuivre et le fer, ou mieux le fer galvanisé, zingué.

Le cuivre est un excellent conducteur de l'électricité ; il conduit le courant électrique de la pile 6 ou 7 fois mieux que le fer ; mais, lorsqu'il s'agit d'étincelles ou de courants instantanés, j'ai démontré que ces décharges passent aussi facilement par le fer que par le cuivre, à longueurs et à sections égales pour ces deux métaux. Jusqu'à ces derniers temps, on n'avait pas mis en doute mes expériences faites

en 1865, et cependant on continuait à soutenir que le cuivre était préférable, à cause de sa plus grande conductibilité. Aujourd'hui, on veut bien admettre qu'en général, un paratonnerre en fer galvanisé est aussi convenable qu'un paratonnerre en cuivre. A la vérité, ce dernier se conserve mieux à l'air; mais, étant d'un prix bien supérieur à celui du fer, il tente les voleurs, quand il se trouve dans des lieux faciles à atteindre. Aussi que de paratonnerres interrompus par suite de vols commis et, par conséquent, devenus une cause de danger au lieu d'une arme défensive!

Le cuivre, cependant, en raison de son excellente conductibilité et de sa conservation à l'air, présente quelques avantages pour la terminaison aérienne du paratonnerre, surtout si on lui donne la forme d'une pointe déliée.

Il est encore certains cas particuliers dans lesquels le cuivre peut offrir quelques avantages, par exemple, lorsqu'il s'agit des paratonnerres des navires, conformément au système de sir William Snow Harris. Ce système a rendu de grands services à la marine britannique. En général, le fer zingué suffit, même à l'état de conducteurs déliés. En Amérique et sur le continent, le fer zingué est ordinairement employé pour les conducteurs; en Angleterre, on emploie plus souvent le cuivre. Je me demande si les nombreuses réclames faites en sa faveur ne sont pas pour beaucoup dans son emploi très répandu en Angleterre, où le fer zingué compte encore des partisans autorisés et désintéressés qui, comme les académies de Belgique, de Berlin et de Paris, admettent que son emploi est aussi efficace que celui du cuivre.

J'ignore si, dans les phénomènes naturels de l'électricité atmosphérique, il peut se présenter, sur des conducteurs massifs en fer et en cuivre, des actions analogues à celles que j'ai démontrées pour les décharges de fortes batteries passant dans des fils très minces et très longs de cuivre et de fer. Contrairement ce qui est admis, en général, on voit le fer résister mieux à la rupture, à la fusion et à la dispersion que le cuivre.

Il y aurait à tenir compte, dans l'étude de ces phénomènes que j'espère continuer, des rapports que ces métaux offrent, eu égard à leur densité, à leur fusibilité, à leur ténacité, à leur capacité calorifique, à leur conductibilité pour la chaleur et l'électricité, facteurs qui interviennent nécessairement lorsque l'électricité, à haute et à faible tension, traverse des fils de cuivre et de fer de mêmes dimensions.

Je ne connais qu'une seule observation qui permet de dire que le fer peut résister, sans détérioration, à un coup de foudre, alors qu'un fil de cuivre de même diamètre ne résiste pas. — On sait, en effet, que les fils de fer de $6^{mm},045$ (n° 6 de la Jauge de Birmingham) ont résisté aux nombreux coups de foudre qui frappent, en Angleterre, les poteaux télégraphiques (observations de M. W.-H. Preece), tandis que je lis dans les *Verhandlungen der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften,* année 1876, qu'un fil de cuivre de 6 millimètres a été fondu a plusieurs places, bien qu'une partie du courant électrique foudroyant pût se ramifier dans le bâtiment et se rendre au sol sans passer par le conducteur.

Sans entrer dans des considérations plus développées, je me bornerai à rappeler que, depuis Gay-Lussac, on a toujours admis que les conducteurs et les raccordements à la terre pouvaient être en fer.

Examinons maintenant la forme du dispositif terminal aérien.

POINTES.

La terminaison aérienne supérieure, proposée par Franklin, était une pointe aiguë; mais on a successivement proposé des terminaisons plus ou moins obtuses. Dans mon ouvrage sur les paratonnerres j'ai discuté toutes les formes proposées, depuis la pointe plus ou moins effilée jusqu'à la sphère.

En général, c'est la pointe qui a prévalu; elle est toujours employée, mais elle reçoit des formes assez variées et, souvent, au lieu de la pointe unique de Franklin on fait usage de pointes multiples, sortes d'aigrettes de grande dimension.

Disons toutefois que des savants considérables ont fait, dès Franklin, une forte opposition à l'emploi des pointes; ils ont proposé des terminaisons en boule, entre autres; cependant l'action des pointes sur les corps électrisés (action en dehors de toute discussion et que l'on est autorisé à appliquer au cas des nuages orageux) nous apprend que ces pointes soutirent tranquillement l'électricité aux nuages ou envoient aux nuages de l'électricité soutirée à la terre, ce qui les a fait adopter.

Les pointes sont admises, même par les physiciens qui, tout en leur refusant une action *préventive énergique*, sont bien obligés de leur reconnaître une action, si faible qu'elle soit; il ne faut donc pas la dédaigner, lorsqu'il s'agit de phénomènes dans lesquels de légères poussières, des courants d'air plus ou moins chaud, plus ou moins humides, peuvent occasionner des déviations de la foudre.

Les pointes ou les tiges employées en France ont une hauteur de 5 à 10 mètres au-dessus du faîte du bâtiment. Habituellement les hauteurs moyennes de 6 à 8 mètres suffisent. Quant à leur emplacement et à leurs distances relatives, les règles posées par les instructions de l'Académie de Paris (1) ne sont pas absolument explicites; elles laissent une certaine latitude aux constructeurs et un doute qui peut conduire à l'arbitraire.

Une première question se présente, si l'on adopte la pointe formant un cône ou tronc de cône plus ou moins aigu, au haut de la tige, depuis le cône dont le rayon de base est égal à la hauteur, jusqu'aux tiges effilées à partir de leur point d'attache au conducteur où elle n'a guère que 3 à 3 centimètres et demi de diamètre; en général, on termine les tiges par un fer carré aminci et arrondi à la partie supérieure d'après les instructions de l'Académie (2).

Pourquoi a-t-on donné aux tiges une hauteur si considérable? La réponse est facile : on a admis qu'une pointe (comme Franklin et beaucoup d'autres après lui l'admet-

(1) Voir *Instructions*, édit. de 1874, p. 42, 43, 44, 72, 73, et principalement p. 142, § IV, n° 10.

(2) Voir *Instructions*, p. 138, § IV, n° 8.

taient) exerce une action *préventive* et qu'ensuite, elle protège contre l'action de la foudre une zone proportionnelle à sa hauteur. Cependant les observations ont démontré qu'il fallait rétrécir cette zone, fixée, dans l'instruction de Gay-Lussac, à un cercle d'un rayon double de la hauteur de cette tige et passant par le centre. Or cette prétendue zone de protection présente, de l'avis de tous les physiciens, beaucoup d'arbitraire. Aussi a-t-elle été constamment restreinte depuis Gay-Lussac. En définitive, quelque faible qu'on la prenne, elle n'est pas de nature à être admise sans contestation. Je crois impossible, dans l'état actuel de la science, de tracer la limite précise de cette zone, ou de ce cercle de protection.

La question de la hauteur à donner aux tiges m'a vivement préoccupé ; je l'ai discutée dans diverses publications; ma conclusion était forcée : les hautes tiges ne sont ni nécessaires ni indispensables ; elles peuvent être remplacées par des pointes nombreuses, courtes, effilées, faciles à établir et à mettre en communication avec le conducteur.

Mais, au lieu d'employer une seule tige longue et pointue, d'un placement coûteux, j'ai fait voir qu'il était plus avantageux d'employer des aigrettes à 6 ou 7 pointes hautes de 1 mètre à $1^m,50$, ou 2 mètres et plus, et d'en multiplier le nombre sur les conducteurs, ce qui peut se faire à très peu de frais. En effet, une dizaine d'aigrettes en cuivre d'un mètre ne coûtent pas autant, avec leurs 60 à 70 pointes effilées, qu'une seule tige de l'ancien modèle et, si l'on se contente de fer galvanisé travaillé en pointe, deux ou trois cents pointes, dispersées sur le faîte des édifices sous forme d'aigrettes à 5, 6 ou 7 pointes effilées, ne coûtent pas autant qu'une tige unique de hauteur moyenne.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les paratonnerres exposés au palais des Champs-Élysées, pour apprécier ces différentes formes et avoir une idée générale et complète de tous les systèmes de pointes ou de tiges : pointes en cônes plus ou moins obtus (de l'Académie), pointes multiples diverses, plus ou moins longues, sphère garnie de pointes multiples assez courtes, etc. — et, ensuite, les aigrettes de mon système. Je me garderai bien de faire la moindre critique, indépendamment de pointes assez longues que je conseille de placer sur le faîte des dômes, des flèches, des tours ; j'emploie, en général, des aigrettes assez courtes, de $0^m,50$ à $1^m,50$ et même 2 mètres, dont les pointes sont inclinées à 45° et étalées en éventail ou en corbeille, autour de la pointe centrale plus longue que les autres; elles ont de 6 à 8 millimètres de diamètre à la base. On peut les prendre en cuivre rouge ou en fer zingué; on peut employer aussi un fil de fer zingué, terminé par une pointe effilée en cuivre rouge, disposition analogue à celle employée par l'Académie pour les grandes tiges.

On me permettra de constater que les aigrettes en cuivre rouge de l'hôtel de ville de Bruxelles, placées en 1865, sont encore parfaitement intactes aujourd'hui ; aucune n'est émoussée et, malgré leur délicatesse, elles ont parfaitement résisté au terrible ouragan du 12 mars 1876.

On pourrait, à la rigueur, admettre que les pointes n'exercent sur les nuages orageux qu'une action assez faible et cependant il faut bien admettre que, d'après les expériences de Buffon, de Canton, de Dalibard, de Delor et de Lemonnier, le pouvoir des pointes doit être admis. Les expériences et les observations de Beccaria, de Charles, de Cosson, du docteur Lining, de De Romas et de Toaldo sont telles, que l'on est autorisé à admettre que les pointes peuvent transformer les nuages orageux en nuages ordinaires.

Arago, dans sa remarquable notice sur le tonnerre, arrivait, d'après les observations et les expériences de Beccaria, à la conclusion que *la quantité de matière* (fulminante ou de foudre) *enlevée à l'orage dans le court espace d'une heure eût suffi pour tuer plus de trois mille hommes.*

Pourquoi de nombreuses tiges courtes peuvent-elles avantageusement remplacer de longues barres de 5 à 10 mètres de hauteur?

Il y a à faire intervenir les considérations suivantes :

1° Les doutes légitimes existant sur la valeur réelle de la zone ou du cercle de protection.

2° La hauteur des tiges, toujours très faible, si on la compare à la distance et à l'étendue des nuages orageux; cette hauteur disparaît ou s'évanouit dans les résultats définitifs des calculs, si l'on applique les lois de Coulomb. M. W.-H. Preece, en 1872, a émis la même idée.

3° L'analyse de Poisson (1) sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs.

Je ne sache pas qu'il y ait lieu de comparer la hauteur de la tige à la hauteur de l'édifice lui-même, ce qui serait peut-être une question d'expérience et d'analyse à examiner.

4° La considération que la foudre, dans la plupart des cas, ne frappe pas une seule partie, un seul point des parties élevées des corps; le plus souvent, ce n'est pas une étincelle unique, mais sous forme de nappe, avec un ou quelques centres principaux d'intensité, qu'elle atteint et foudroie les corps terrestres en les enveloppant. C'est ce qu'admet M. le professeur Daniel Colladon à la suite de ses nombreuses observations.

5° Il paraît incontestable que la tension doit être diminuée considérablement sur un conducteur armé de pointes nombreuses. Or toute cause qui tend à diminuer cette tension est de nature à permettre un écoulement plus facile, plus prompt, vers le réservoir commun ou même, en sens inverse, du réservoir commun vers le ciel. Perrot a prouvé que, la tension augmentant sur un conducteur, celui-ci devient foudroyant pour les corps voisins.

6° Il y a lieu de signaler un fait qui se présente assez souvent pour qu'on en tienne compte. Je veux parler de l'éclair en boule.

On a souvent constaté l'inefficacité des paratonnerres anciens contre la chute de la foudre globulaire ; or M. Gaston Planté admet que les paratonnerres à pointes multiples, agissant sur un grand nombre de points de l'atmosphère, sont plus efficaces que les paratonnerres de grande hauteur et à pointe unique ; ses expériences militent en faveur des paratonnerres à pointes multiples, proposés par Perrot et

(1) *Mémoires de l'Institut*, Académie des sciences de Paris, 1811.

par moi; quelques-unes d'entre elles appuient particulièrement la disposition en corbeille ou en éventail de pointes adoptée pour les paratonnerres de l'hôtel de ville de Bruxelles.

7° M. Gavarret, professeur de physique à la Faculté de médecine, après avoir répété les expériences de Perrot, disait, dès 1865 : « Il n'est plus permis aujourd'hui d'établir des paratonnerres à une seule pointe. »

8° Les pointes multiples, on ne doit pas l'oublier, remplissent un double rôle que Franklin avait parfaitement défini dès 1747; elles *soutirent* le feu électrique des nuages pour le disperser dans la terre, mais elles peuvent aussi le *rejeter* vers le ciel. Le plus souvent on ne distingue pas suffisamment ces deux cas dans les descriptions des coups de foudre que l'on rencontre dans les livres. La distinction entre la foudre *ascendante* ou *descendante* n'est pas toujours facile à faire d'après l'observation des dégâts produits. C'est une lacune que l'avenir comblera sans doute si l'on se conforme aux vœux du congrès : 1° *préciser les méthodes d'observation pour l'électricité atmosphérique;* 2° *réunir les éléments statistiques relatifs à l'efficacité des paratonnerres des divers systèmes et à l'action préservatrice ou nuisible des réseaux télégraphiques ou téléphoniques.*

Je me permettrai, à cette occasion, de signaler l'emploi du *rhé-électromètre* de Marianini, appareil auquel j'ai donné une forme simple et peu coûteuse, qui permet de l'intercaler dans les paratonnerres comme dans les réseaux de fils télégraphiques et téléphoniques; il indique le sens des courants et nous permet de préciser les cas où *la terre foudroie le ciel* et ceux où *le ciel ou les nuages foudroient les objets terrestres.*

J'ajoute que j'ai décrit un cas de foudre ascendante, en donnant la preuve expérimentale que la gare d'Anvers avait foudroyé le ciel, le 10 juillet 1865.

Quand on examine ce que les savants ont écrit sur la question des pointes, on est arrêté par une circonstance délicate. Ainsi le savant professeur P.-T. Riess pensait *qu'un faisceau de pointes est moins actif qu'une pointe unique.* Il me paraît incontestable que lorsque les pointes d'une aigrette sont différemment inclinées, lorsque ces aigrettes sont dispersées sur d'assez grandes distances, on ne peut plus leur appliquer la sentence de P.-T. Riess. Des pointes multiples divergentes, situées à des distances assez grandes et dans les plans différents d'un édifice, ne doivent pas exercer une action comparable à celle d'un faisceau (*Bundel*) de pointes juxtaposées.

Dans les questions qui touchent au bon fonctionnement du paratonnerre, l'observation, bien faite et bien décrite, a une importance considérable.

A cet égard, il y a lieu de mentionner une observation publiée en 1875 par M. R.-J. Mann, président de la Société météorologique de Londres. Il a constaté, à Pietermaritzburg, dans le Natal, après l'établissement provoqué par lui d'un grand nombre de paratonnerres armés de nombreuses pointes, que les chutes de foudre, fréquentes avant son arrivée, étaient devenues très rares depuis.

Ces observations correspondent à une durée de plusieurs années.

N'est-il pas naturel d'appliquer à un édifice une donnée jugée favorable pour une ville entière où fonctionnaient de nombreux paratonnerres armés de pointes sous forme de balais étalés et ne comprenant pas moins de 42 pointes juxtaposées pour chaque conducteur?

Je crois donc m'accorder avec les faits et les observations en adoptant les pointes multiples.

Je laisse aux savants électriciens et parafoudriers le soin d'apprécier si j'ai raisonné juste et appliqué logiquement les principes de la science, à ce point particulier de mon système de paratonnerres.

CONDUCTEURS NOMBREUX, MAIS DE FAIBLE SECTION.

A l'appui de l'inutilité des conducteurs à grande section, je citerai l'opinion de M. W.-H. Preece, membre du congrès, électricien en chef de l'administration des télégraphes en Angleterre. M. Preece disait, en s'appuyant sur les observations faites en Angleterre sur les poteaux télégraphiques, *qu'un conducteur en fer* de 4 à 6 millimètres de diamètre était parfaitement suffisant pour une habitation ordinaire; suivant lui, il n'y avait pas lieu de s'astreindre à l'emploi de conducteurs massifs à grande section; il ajoutait que *l'emploi d'un tel conducteur était comparable à la construction d'un égout en tunnel, alors qu'un petit tuyau de drainage pouvait être suffisant.*

C'est, en partie, au moins, ce principe que j'avais appliqué dès 1865 à l'hôtel de ville de Bruxelles; mais, par excès de prudence, j'avais employé huit conducteurs de 10 millimètres de diamètre, pour protéger la tour et la flèche, et des conducteurs de 6 et 8 millimètres, parcourant le faîte de tous les toits. Aujourd'hui je recommande, en général, l'emploi des conducteurs de fer zingué de 8 millimètres, faciles à poser, à courber et à onduler en vue de la dilatation, en leur faisant suivre tous les contours des bâtiments. — Avant de me décider en faveur de conducteurs pareils, j'ai cru devoir compulser toutes les descriptions de coups de foudre depuis Franklin, surtout lorsque la foudre passait dans un conducteur délié. J'étais arrivé à admettre le principe que Gay-Lussac pose dans son instruction, en tenant compte, bien entendu des cas où les fils minces étaient détruits, mais avaient néanmoins préservé les édifices. Les paroles de cet illustre physicien méritent d'être citées. (*Instructions*, p. 13 et 14, édition de 1874.)

« Quant au conducteur du paratonnerre, une barre de fer de 16 à 20 millimètres en carré est suffisante. On pourrait même le faire plus petit et se servir d'un simple fil métallique, pourvu que, arrivé à la surface du sol, on le réunît avec une barre métallique de 10 à 13 millimètres en carré, qui s'enfonçât dans l'eau ou dans une couche humide. Le fil,

(1) *The use of such an immense conductor is as though a man built a tunnelled sewer, where a small drain pipe would do.* W.-H. Preece (*Journal of the Society of telegraph Engineers*, 1873, vol. I).

à la vérité, serait dispersé par la foudre; mais il lui aurait tracé sa direction jusque dans le sol et l'aurait empêché de se porter sur les corps environnants. Au reste, il sera toujours préférable de donner au conducteur une grosseur suffisante pour que la foudre ne puisse jamais le détruire, et nous ne proposons de le réduire *à un fil* de métal, que pour diminuer les frais de construction des paratonnerres et les mettre à portée de toutes les fortunes. »

Je crois avoir largement réalisé la pensée de Gay-Lussac, en employant du fer mince, mais capable de résister à un coup foudroyant, quelle que soit son intensité, à moins, comme le disait Franklin, *que Dieu, pour nos péchés, ne trouvât bon de nous envoyer une pluie de feu, comme sur quelques cités anciennes, auquel cas il ne faudrait pas s'attendre à voir nos conducteurs, de quelque taille qu'ils fussent, protéger nos maisons contre un miracle.*

Eu égard à la tension électrique d'un coup de foudre sur un fil, eu égard aux faibles frais, je me suis décidé à employer plusieurs fils, et, avant la pose du premier paratonnerre de mon système, j'ai tenu à démontrer le partage d'une étincelle unique entre 400 conducteurs métalliques de conductibilités très différentes (dans les rapports de 1 à 8), de diamètres variables entre $0^{m},0063$ et $0^{m},00008$ dont les sections sont entre elles dans le rapport de 62 à 1; j'ai même pu intercaler dans ces très minces conducteurs métalliques des conducteurs médiocres, tels que eau pure, eau ordinaire, terre humide, terre ou sable secs. Or ces expériences m'ont prouvé la divisibilité parfaite de l'étincelle. Elle aura lieu, en conséquence, lors d'un coup de foudre, entre les quelques conducteurs métalliques d'un paratonnerre. Mes expériences ont, de plus, prouvé que dans des fils homogènes de même longueur, les détériorations, lorsqu'il s'en produit, sont les mêmes pour tous, c'est-à-dire que le partage est absolument proportionnel au nombre de conducteurs, ou que l'énergie mécanique reste la même pous tous. Sir William Snow Harris avait, dès 1834, prouvé par l'expérience que les décharges de fortes batteries passant par un seul fil pouvaient le fondre, tandis que si la décharge passait par deux fils, elle ne les fondait plus ou qu'elle les fondait simultanément tous les deux (1).

RACCORDEMENTS TERRESTRES.

De l'avis unanime de tous les savants qui se sont occupés des paratonnerres, la question du raccordement des conducteurs avec la terre est incontestablement la plus importante. Elle réclame l'attention la plus sévère dans ses dispositions; qu'on lise les nombreuses descriptions de coups de foudre sur des bâtiments munis de paratonnerres, et l'on sera convaincu qu'en général, c'est à un défaut de communication avec la terre que doivent être attribués les dégâts produits par la foudre. On se trouve toujours en présence d'un contact à l'eau, ou au sol humide, de trop faible section et parfois mal établi. — S'agit-il de coups latéraux, qui se produisent souvent, du paratonnerre vers les conduites de gaz ou d'eau, on s'en rend parfaitement compte, en raison de la surface considérable du contact de ces conduites avec le sol, lorsqu'on la compare avec celle d'un simple puits, tel qu'il est ordonné et disposé conformément aux instructions de l'Académie des sciences et de la commission spéciale chargée d'étudier l'établissement des paratonnerres des édifices municipaux de Paris. — Malgré l'opposition de quelques commissions officielles scientifiques et de quelques savants, on admet aujourd'hui l'utilité et la convenance de la liaison des conducteurs des paratonnerres avec les canalisations de gaz et d'eau. Des savants illustres, des commissions académiques et des sociétés, s'occupant de la question des paratonnerres, s'accordent pour adopter ces principes. — On a prouvé par des observations bien faites qu'il est plus avantageux pour l'édifice, comme pour les conduites de gaz et d'eau, de rattacher celles-ci aux conducteurs des paratonnerres que de les laisser isolées. On sait, en effet, que des conduites ont été endommagées à la suite de coups de foudre, ce qui, sans doute, n'aurait pas eu lieu si on les eût fait communiquer avec des conducteurs terminés en pointe.

Il résulte des observations continuées, pendant plus de vingt ans en Amérique, par M. David Brooks, qu'aucun dommage n'est résulté de la liaison des conducteurs des paratonnerres aux conduites de gaz ou d'eau, tandis que l'on a signalé une foule d'accidents plus ou moins graves quand cette liaison a fait défaut.

Il me semble que l'on peut hardiment affirmer aujourd'hui que cette liaison doit être surtout recommandée en vue d'éviter des coups latéraux ou des déviations dangereuses de la foudre vers ces conduites et les fers ou les métaux qui, actuellement, entrent dans les constructions.

Je m'arrête un instant à la question de l'emploi des métaux dans les édifices, car elle se rattache à la considération des canalisations de gaz et d'eau.

J'ai fait voir dans mes publications sur les paratonnerres que, s'il importe de raccorder toutes les masses métalliques, tant intérieures qu'extérieures, avec les conducteurs, il est non moins utile d'établir ces communications de façon à former des *circuits fermés* avec les conducteurs du paratonnerre. J'ai appelé l'attention sur les distinctions à établir entre les métaux intérieurs et ceux qui se trouvent à l'extérieur, tels que faîtages, toits métalliques, chéneaux, gouttières, etc.; de même entre les métaux intérieurs : 1° des combles et des étages supérieurs; 2° des métaux rapprochés des conducteurs; et 3° des métaux qui se trouvent vers le rez-de-chaussée ou les caves, souvent peu distants les uns des autres, enfouis dans des maçonneries plus ou moins humides et médiocrement conductrices, ou non loin des puits, des pompes et des conduites d'eau et de gaz.

Je crois pouvoir affirmer que lorsque le paratonnerre possède un raccordement tel qu'il assure une communication parfaite et assurée avec la terre par une large surface, il est quelques parties métalliques qu'on peut laisser, sans danger, en dehors du système des conducteurs.

On est parfois obligé d'en agir ainsi, et j'ai dû le faire,

(1) Ces expériences ont été répétées dans ces dernières années.

quelquefois à regret, à cause des difficultés que je rencontrais pour établir ce raccordement dans des édifices achevés.

Ces difficultés, que l'on rencontre particulièrement lorsqu'il s'agit de protéger un bâtiment déjà achevé, disparaîtraient si l'on prévoyait la pose d'un paratonnerre dès les fondations des édifices importants. Dans ce dernier cas, il est non seulement facile de faire communiquer toutes les masses métalliques entre elles par des circuits fermés; mais tous les métaux deviennent ainsi une série de conducteurs nombreux *adventifs;* la pose des conducteurs devient simple, facile, et peut se faire à moindres frais.

Je cite, dans mes publications, un exemple frappant où des millions de kilogrammes de fonte et de fer ont été laissés en dehors du système des conducteurs; en même temps je fais voir combien il eût été facile de les rattacher, presque sans frais, au système général de la construction et des conducteurs des paratonnerres, tout en consolidant l'édifice.

A l'égard du raccordement avec la terre, les métaux qui conduisent la foudre peuvent se comparer aux lits des fleuves, par lesquels l'eau coule à la mer, leur réservoir commun; mais, avec des sections égales, les métaux, d'une part, l'eau des sources, la terre humide, d'autre part, fournissent un écoulement plus ou moins facile à l'électricité.

Ici doit se placer une restriction assez importante. En effet, quand on cherche à se rendre compte de la conductibilité des métaux pour l'électricité, ou de la résistance qu'elle éprouve à s'écouler par des conducteurs de même section, de même longueur, mais de nature métallique différente, on mesure cette conductibilité ou cette résistance relative au moyen de la pile; celle-ci donne un courant électrique de faible tension; or l'étincelle électrique foudroyante, ou la foudre, possède une tension relativement beaucoup plus considérable, et, par suite, les coefficients déterminés d'après le courant de la pile ne sont pas absolument applicables aux cas de foudre.

Je crois l'avoir prouvé dès mes premières études, en 1865, en faisant voir qu'une étincelle passe avec autant de facilité par un conducteur en fer que par un conducteur en cuivre, qui, cependant, conduit six ou sept fois mieux le courant de la pile que le fer, ou qui lui offre une résistance six ou sept fois moindre. Ainsi l'instantanéité de la décharge ou du courant modifie la conductibilité. Mais nous ne connaissons pas aujourd'hui la valeur de ce coefficient, que l'avenir déterminera, tant pour la conductibilité du métal que pour celle des conducteurs dont nous avons à tenir compte. Je veux parler de l'eau et de la terre humide.

La résistance du fer étant représentée par l'unité, celle de l'eau ordinaire, d'après MM. Becquerel et Pouillet, devra être représentée par 1 000 000 000 (un milliard), tandis que quelques physiciens admettent que celle de la terre humide serait sensiblement représentée par 4 000 000 000, ou environ le quadruple. Il résulte de ces données qu'un paratonnerre ayant un conducteur métallique d'un centimètre carré de section devrait, pour transmettre *absolument librement* à l'eau (c'est-à-dire sans autre résistance que celle qui lui est offerte par le fer, bon conducteur) l'électricité qui le parcourt ou la foudre qui le frappe, être terminé par une plaque de fer de 225 mètres de côté, et immergée par ses deux faces. Pour réaliser ces mêmes conditions dans un sol humide, cette plaque ne devrait pas avoir moins de 450 mètres de côté. — Ces conditions sont absolument irréalisables dans la pratique.

Il faut donc se rapprocher, autant que la pratique le permet, de cette donnée irréalisable, en augmentant par tous les moyens dont on dispose, la surface de contact avec l'eau ou le sol humide, en augmentant les surfaces de l'organe qui constitue le paratonnerre souterrain dans le puits, et surtout en rattachant les conducteurs de paratonnerres aux immenses ramifications des deux canalisations métalliques du gaz et de l'eau.

Pour l'hôtel de ville de Bruxelles, j'ai employé, dans le puits, un tube de fonte offrant 10 mètres carrés de surface, 20 fils de fer pointus de 5 mètres de long et de 12 millimètres de diamètre dont la surface immergée équivaut à 4 mètres, soit 14 à 15 mètres, non compris 8 grandes lames de charbon, des cornues à gaz de $0^{m},35$ de largeur sur une longueur de plus d'un mètre; des dérivations des conducteurs sont en outre en communication avec les canalisations du gaz et de l'eau.

COUT DE LA POSE DES PARATONNERRES.

Il me reste à examiner un dernier côté de la question, c'est le côté économique. Il est évident que la question d'*efficacité* prime tout le reste; mais, la sûreté étant acquise, il importe de se rendre compte des frais.

Dès 1823, Gay-Lussac cherchait les moyens de mettre les paratonnerres, trop coûteux à son époque, à la portée de toutes les fortunes. En Écosse, d'après l'illustre professeur et électricien sir William Thomson, les grands manufacturiers prétendent qu'il est moins coûteux d'assurer les bâtiments que de les munir de paratonnerres (1). L'illustre professeur, M. Helmholtz, demandait au congrès un examen approfondi de la question de bon marché; il avait d'abord cru que les paratonnerres de mon système étaient plus coûteux que ceux des systèmes anciens.

Je crois avoir éclairé la question d'économie en donnant les devis et les sommes payées pour l'établissement de quelques paratonnerres établis dans ces dernières années en Belgique.

Les paratonnerres devant couvrir et protéger une superficie donnée de bâtiments, abstraction faite des édifices munis de clochers et de flèches, leurs prix peuvent être évalués comparativement, d'après le nombre de mètres carrés de surface couverte protégée. Le prix du mètre carré, pour les paratonnerres construits conformément à l'ancien système, d'après les instructions françaises, a varié, en Belgique, pour six grands monuments, de 3 fr. 02 à 9 fr. 68, avec une

(1) Voici comment sir William Thomson s'exprimait dans un meeting tenu à Aberdeen : « If I urge our manufacturers to put up lightning conductors, they say : « it is cheaper to insure than to put up conductors ».

moyenne générale de 4 fr. 46, tandis que le prix de trois paratonnerres de mon système n'a été que de 0 fr. 47 à 0 fr. 77, soit en moyenne 0 fr. 66 par mètre carré de surface protégée.

J'ai dit et je crois pouvoir maintenir que les détails que j'ai donnés suffisent pour mettre tout ouvrier serrurier ou forgeron intelligent à même de construire un paratonnerre, et tout propriétaire soigneux à même d'en surveiller le bon établissement.

Voici l'exemple d'un paratonnerre établi sur une grande ferme chez un de mes amis, qui l'a fait poser par des ouvriers ordinaires ; il a employé du fil de six millimètres en fer galvanisé. Le paratonnerre a été muni de 36 aigrettes, soit 216 pointes, 11 contacts à la terre, dont deux à deux puits différents et deux à un étang ; le circuit des faîtes, qui se trouvent dans neuf plans horizontaux différents, a plus de 300 mètres de développement; la profondeur moyenne des bâtiments peut être estimée à sept mètres, soit en nombres ronds une surface couverte de 2000 mètres carrés. Or le tout a coûté environ 400 francs, soit 0 fr. 20 par mètre carré de surface couverte. Je me crois donc autorisé à dire : *Partout, dans les villes comme dans les campagnes, on pourra dorénavant se donner le* LUXE *de faire armer son habitation d'un paratonnerre, pour se mettre à l'abri de la foudre, tout comme on se donne le luxe d'un foyer, pour se garantir du froid et d'une cheminée pour expulser au dehors les produits nuisibles de la combustion du bois ou de la houille.*

CONCLUSION.

En résumé, je crois établi que le système de paratonnerres que j'ai proposé réalise à un plus haut degré l'action *préventive* et *préservative* d'un *parafoudre* et qu'il est moins imparfait que ceux établis jusqu'à ce jour.

J'attends avec calme le jugement que l'avenir portera et la démonstration fournie par les relevés statistiques dans les divers pays, conformément au vœu émis par le congrès international des électriciens en 1881.

MELSENS.

ANTHROPOLOGIE

De l'égalité et de l'inégalité des individus.

Ayant traité dans un précédent article (1) de l'égalité et de l'inégalité des deux sexes, j'ai été conduit naturellement à comparer entre eux les individus du même sexe et je suis arrivé aux résultats suivants.

ESPÈCE.

Si, comme le professent les partisans du transformisme, les différents groupes d'êtres vivants (classes, ordres, familles, genres, espèces) dérivent de simples variations individuelles, l'étude de la paléontologie rentre dans mon sujet. Mais, bien que la doctrine transformiste, en soutenant que l'évolution va du simple au complexe, du semblable au dissemblable, de l'homogène à l'hétérogène, confirme les conclusions du présent travail, je laisserai cette doctrine de côté.

Que le transformisme soit vrai ou non, de l'avis de tous les paléontologistes, l'apparition successive des êtres est comparable au développement d'un arbre dont les branches divergent de plus en plus; d'autre part, le maximum de différenciation d'une espèce ou d'un groupe quelconque correspond toujours à l'apogée de son développement.

Si l'on considère les espèces ou les groupes qui ont disparu, on voit qu'après avoir été peu nombreux lors de leur apparition, ils se sont multipliés et diversifiés de plus en plus jusqu'au moment où ils ont atteint l'apogée de leur développement, puis que leur nombre et leur variation ont diminué de plus en plus pendant leur période de décroissance.

Je pourrais montrer cette évolution par des centaines d'exemples empruntés aux travaux de MM. de Saporta, Renault en botanique, Gaudry, Filhol, Koop et Marsh, en zoologie. Les lépidodendrées, récemment décrites par M. Renault, apparaissent dans les couches dévoniennes inférieures, présentent leur maximum de variation dans la grauwack supérieure, puis disparaissent vers le milieu de l'époque permienne. Les trilobites, après avoir atteint leur maximum de différenciation dans le silurien, s'éteignent au sommet du carbonifère.

M. Filhol a démontré que, durant l'époque éocène supérieure et l'époque miocène inférieure, la taille a varié dans des limites très étendues chez nombre de pachydermes, de carnassiers, de lémuriens, etc. « Ces variations de taille, dit le savant paléontologiste, semblent avoir été communes à tous les mammifères. »

Parmi les espèces ou les groupes en voie de décroissance, les monocotylédonés ont atteint leur maximum de variation et de développement dans les terrains carbonifère et permien, les articulés inférieurs dans le silurien, les poissons dans le dévonien, les batraciens dans le triasique, les reptiles dans le jurassique, les didelphes dans le calcaire de Purbeck, les oiseaux dans le crétacé, les pachydermes dans le tertiaire éocène et miocène, les proboscidiens dans le pliocène.

Enfin les espèces en voie de croissance sont en train de se différencier; exemple : les mollusques, les gastéropodes, etc. D'après Woodward, « les derniers groupes qui se sont développés sont aussi les plus typiques et les plus caractéristiques de leur classe ». — « Les types les plus parfaits et les plus divers sont ceux qui sont venus les derniers. » (Gaudry.)

Comparons maintenant les espèces entre elles.

D'une manière générale, les espèces inférieures à structure simple sont moins différenciées que les supérieures. Prenons les mollusques, par exemple. Sir Ch. Lyell a con-

(1) Voir *Revue scientifique* du 3 septembre 1881.

staté que, en comparant les mollusques de deux époques géologiques successives, le nombre des espèces identiques est d'autant plus grand que les individus ont une structure plus simple.

Les petites espèces sont moins différenciées que les grandes. « Chez les animaux inférieurs, marins et d'eau douce ou terrestres, l'analogie des faunes quaternaire et moderne de chaque région est d'autant plus prononcée que les animaux que l'on considère sont de plus petite taille. » (D'Archiac.)

Arrivons aux espèces actuelles : les supérieures sont plus différenciées que les inférieures. En botanique, les composées, les rosacées, les ombellifères varient plus que les conifères et les palmiers. En zoologie, les faisans varient plus que les palmipèdes; les chiens varient plus que les moutons.

Chez les espèces inférieures, les individus appartenant aux mêmes race, sexe et âge, sont à peu près égaux sous tous les rapports. Chez les bœufs, les moutons, les lapins et les oiseaux, les individus du même âge sont très semblables les uns aux autres. Au contraire, dans une classe d'écoliers du même âge, on constate des différences énormes au point de vue de la taille, de la force musculaire, de l'intelligence, etc. Gall, après avoir parlé des qualités morales et intellectuelles qui varient d'individu à individu dans chaque espèce, ajoute : « Toutes ces différences qui ont lieu d'un individu à l'autre dans les différentes espèces d'animaux se manifestent d'une manière bien plus frappante encore chez l'espèce humaine. »

L'espèce humaine, au point de vue qui nous occupe, est divisible en forts, moyens et faibles. Le fort a le sang plus riche en globules rouges, en hémoglobine et en fer que le faible. Il absorbe plus d'oxygène et d'aliments et excrète plus d'acide carbonique et d'urée. Sa température est plus élevée; sa taille, son poids, sa capacité thoracique sont plus grands; ses muscles sont plus développés, son cerveau est plus lourd. En un mot, il est plus nourri, plus vigoureux et plus intelligent que le moyen et le faible.

En somme, les individus sont égaux chez les espèces récemment apparues, deviennent dissemblables et de plus en plus inégaux au fur et à mesure que l'espèce se développe, puis redeviennent égaux lors de sa décroissance et de sa disparition. De même, ils sont égaux chez les espèces inférieures et inégaux chez les supérieures, par suite de la prééminence de certains d'entre eux.

RACES.

Les individus composant les races inférieures présentent entre eux de nombreux traits de ressemblance.

D'après le docteur Maggiorano, les crânes des races anciennes n'offraient pas la variation qui caractérise les crânes européens actuels. « Le crâne romain, dit cet anthropologiste, n'est proprement ni dolichocéphale ni brachycéphale; il présente la forme ovale, ainsi que les crânes des anciennes nations classiques de la souche aryenne, comme notamment ceux des Hindous, des Persans et des Grecs. »

Considérons les races inférieures actuelles.

M. le docteur Foley a observé que, dans les races polynésiennes, les individus offrent entre eux une ressemblance presque absolue aux points de vue physique, moral et intellectuel. Chez les peuplades les plus inférieures, il n'y a point de distinctions sociales : les Bodos et les Dhimals, par exemple, ont un chef nominal, mais n'ont point d'esclaves, ni de rangs sociaux. Tous sont égaux en droit et en fait (Hodgson). De même les Lepchas, les Papous, les Alfourous ne connaissent pas les distinctions des classes.

On sait que les Taïtiens compriment le crâne de leurs nouveau-nés d'avant en arrière ou d'arrière en avant, suivant qu'ils veulent en faire des manœuvres ou des magistrats. Qui sait si ces déformations crâniennes, qui sont si répandues chez les peuples inférieurs, n'ont pas pour but de remédier à l'égalité et à la ressemblance intellectuelles qui existent naturellement entre tous les individus ?

Tous les nègres ont les cheveux noirs, la mâchoire proéminente, les lèvres épaisses, les pommettes saillantes, le nez épaté.

Je tiens de M. Roussel qu'à Bombay, il faut deux ou trois mois pour distinguer les Parsis les uns des autres. Cinquante Hindous pèsent en moyenne 48^{kg},7; cinquante recrues anglaises de vingt-cinq ans pèsent 63 kilogrammes. Au point de vue du poids, il y a donc beaucoup moins de variations chez les Hindous que chez les Anglais.

Au dire des correspondants de journaux qui ont suivi la campagne de Tunisie, rien ne ressemble à un Arabe comme un autre Arabe, mêmes traits, même teint, même physionomie, mêmes gestes, mêmes facultés.

Les Chinois présentent également de grandes ressemblances sous le rapport de la taille, du teint, de la direction des sourcils. « Chez les Chinois, la taille paraît sujette à moins d'écart en plus ou en moins que dans notre race. » (Morice.) Les Japonais sont également peu différenciés. M. de Rosny, qui les a beaucoup observés, me disait : « Vingt peintres japonais ayant à représenter de mémoire une branche de pêcher font tous exactement la même branche de pêcher. »

Au contraire, les races supérieures sont toutes très différenciées.

Au point de vue de l'aspect extérieur, on peut décrire un Néo-Calédonien, un nègre, un Arabe ; on ne donnera jamais une description du Français qui ne saurait être représenté par un seul type. Dans nos races européennes, il est impossible de trouver deux individus se ressemblant absolument.

Au point de vue de la force musculaire, les individus composant les races sauvages sont tous faibles, tandis que les races supérieures comprennent des forts et des faibles.

Au point de vue crâniologique, les races blanches sont plus différenciées que les noires et les jaunes. D'après MM. de Quatrefages et Hamy, « tandis que, chez les noirs, les crânes globuleux sont rares; tandis que, chez les jaunes, il en est de même pour les crânes allongés; chez les blancs, les deux types céphaliques (brachycéphale et dolichocéphale) coexistent dans des proportions à peu près égales ». M. le docteur Le Bon dit en parlant de la capacité crânienne : « Les différences de volume existant entre les individus d'une

même race sont d'autant plus grandes que la race est plus élevée dans l'échelle de la civilisation. De 300 centimètres cubes à peine chez les races inférieures, elles s'élèvent à 6 et 700 centimètres cubes chez les races supérieures. »

Au point de vue moral, tous les sauvages sont égoïstes, immoraux et commettent couramment tous les crimes : vol, viol, assassinat. Les nations civilisées ont quelques criminels comparables aux sauvages, mais elles comptent un grand nombre d'individus moraux.

Enfin au point de vue intellectuel, les sauvages sont tous plus ou moins stupides, tandis que les civilisés se composent de brutes semblables aux sauvages, de gens à esprit médiocre, d'individus intelligents et d'hommes supérieurs.

Au lieu des facultés, on pourrait considérer leurs produits : croyances, professions, industrie, science, etc.

Tous les nègres sont fétichistes, tous les Arabes sont musulmans ; les Français se divisent en catholiques, fanatiques ou libéraux, protestants, libres-penseurs, athées.

Certaines tribus ne peuvent compter que jusqu'à dix ; nos idiots ne savent pas mieux compter. Entre nos idiots et nos grands mathématiciens s'échelonnent un grand nombre d'individus intermédiaires, chez lesquels la faculté de compter est plus ou moins développée.

Les sauvages ont tous les mêmes occupations et le même genre de vie. Au contraire, dans les sociétés supérieures, l'apparition successive des grandes fonctions sociales (agriculture, industrie, commerce, etc.) et des milliers de professions qui en dépendent substitue au type primitif des types multiples et divers qui différencient les individus à l'infini. La dissemblance des individus ou catégories d'individus augmente avec la spécialisation du travail, à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des sociétés, la spécialisation du travail ayant pour résultat de n'exercer que certains muscles ou certaines facultés au détriment des autres.

On comprend d'ailleurs que les races supérieures soient plus différenciées que les inférieures, étant donné que le minimum est le même pour toutes les races et que le maximum très faible pour les sauvages est au contraire très élevé pour les civilisés.

Mais nos races supérieures ont commencé par être inférieures et nos ancêtres préhistoriques étaient en tous points comparables aux sauvages actuels. A cette époque, l'espèce humaine était moins différenciée qu'aujourd'hui puisque l'âge de pierre était commun à toutes les races. La différenciation de l'espèce humaine ira toujours en augmentant, tant que les races inférieures seront immuables et que les supérieures, toujours perfectibles, continueront à se développer.

A mesure qu'une race évolue, les individus dont elle se compose deviennent de moins en moins semblables les uns aux autres. L'écart entre les crânes les moins gros et les plus volumineux était, d'après Broca, de 472 centimètres cubes, chez les Parisiens du XIIe siècle, et, d'après M. Le Bon, s'élève à 593 centimètres cubes chez les Parisiens modernes. « Sur cent Parisiens modernes, dit M. Le Bon, il y a cinq sujets environ dont la capacité crânienne est comprise entre 1800 et 1900 centimètres cubes. Sur cent crânes parisiens du XIIe siècle on n'en trouve aucun d'une capacité aussi considérable. »

D'autre part, à Paris, toujours d'après Broca, la capacité crânienne s'accroît en moyenne de 5 centimètres cubes par siècle ; mais, comme les capacités intermédiaires comprises entre le minimum fixe de capacité et le maximum toujours croissant sont de plus en plus nombreuses, il en résulte entre les Parisiens une différenciation crânienne et intellectuelle de plus en plus grande.

On comprend donc que plus une société est avancée en civilisation, plus les opinions des individus qui la composent sont diverses et souvent opposées. Dans notre société française par exemple, tous les hommes avaient à peu près les mêmes croyances en l'an 1000. Aujourd'hui il est facile de constater que si certains Français pensent comme la moyenne pensait au Xe siècle, d'autres pensent actuellement comme la moyenne pensera au XXe siècle. Entre ces termes extrêmes, se placent les opinions intermédiaires qui ont été professées du XIe au XVIIIe siècle, et qui ont encore des représentants plus ou moins rares parmi nous. Cette multiplicité des opinions dont on a voulu faire un caractère d'infériorité, en particulier pour la France, est au contraire un caractère de supériorité. D'ailleurs ce conflit permanent entre des opinions opposées favorise la cause du progrès qui, à l'instar de tous les mouvements, se compose d'actions et de réactions.

Je pourrais montrer ici que les diverses productions industrielles, artistiques, littéraires, scientifiques, ont été constamment en se différenciant ; mais cette étude m'entraînerait trop loin. Je ne citerai qu'un exemple qui m'a été fourni par M. Gery. D'après ce savant paléographe, au-dessus du XVIe siècle, toutes les écritures se ressemblent ; plus tard l'écriture devient de plus en plus variée, à mesure qu'on se rapproche de l'époque actuelle.

Les races européennes sont les plus différenciées et leur différenciation tient à ce qu'en plus des caractères d'infériorité qu'ont les autres, elles possèdent des caractères de supériorité que les autres n'ont pas. Cette différenciation extrême décourage les anthropologistes qui constatent que les hommes d'une même race supérieure diffèrent plus anatomiquement les uns des autres que les hommes des diverses races inférieures.

Certaines races qu'on ne peut considérer ni comme inférieures ni comme supérieures sont peu différenciées ; exemple, la race juive, dont le type est facilement reconnaissable.

Dans l'état actuel de la science, il serait difficile de dire quelle est la plus différenciée des nations européennes. M. Mantegazza a écrit à ce sujet : « C'est dans la race qui gouverne et dirige de notre temps la politesse humaine, que la physionomie est à la fois la plus mobile et la plus élevée, sans tomber ni dans la télégraphie spasmodique du nègre, ni dans l'impassibilité désolante du Pampa. »

Mais les nations elles-mêmes sont plus ou moins différenciées suivant la province qu'on envisage. « Tous les Sa-

voyards ont à certains égards le même caractère. » (Helvetius.) Les Bretons ont les mêmes mœurs arriérées et les mêmes opinions politiques et religieuses. D'après Broca, les Auvergnats sont un peu plus petits que les Bas-Bretons et beaucoup plus petits que les Parisiens. Il en résulte qu'au point de vue de la taille, les Parisiens sont plus différenciés que les Bas-Bretons et les Auvergnats. On peut décrire un Breton, un Normand, un Auvergnat, un Savoyard, on décrirait difficilement un Tourangeau, un Beauceron, un paysan de l'Ile-de-France.

En résumé, l'égalité et la ressemblance des individus qui caractérisent les races inférieures diminuent avec les progrès de la civilisation. Tel est l'avis de nombre de sociologistes. M. le docteur Foley qui a beaucoup étudié les races polynésiennes a noté cette évolution du semblable au dissemblable dont il fait la caractéristique du progrès. « A mesure qu'une race se civilise, dit M. Le Bon, les crânes des individus qui la composent se différencient de plus en plus, ce qui conduit à ce résultat que ce n'est pas vers l'égalité intellectuelle que la civilisation nous conduit, mais vers une inégalité de plus en plus profonde. L'égalité anatomique et physiologique n'existe qu'entre individus de races tout à fait inférieures. »

SEXE.

D'une manière générale, on trouve plus de différences anatomiques et physiologiques entre les mâles qu'entre les femelles d'une même race. Chez les oiseaux, le mâle a des teintes plus variées que la femelle. Si l'on prend au hasard dix coqs d'une certaine variété, dix coqs de Crèvecœur par exemple, on voit qu'au point de vue de la taille et de l'appareil locomoteur, ils diffèrent beaucoup plus les uns des autres que dix poules de Crèvecœur prises au hasard dans le même poulailler.

La même chose s'observe chez les mammifères. La couleur de la robe, souvent claire chez les femelles de nos animaux domestiques, varie du pâle au foncé chez les mâles. De même le tempérament est plus varié chez les mâles. Tandis que la jument est nerveuse ou lymphatique, l'étalon peut avoir ces deux tempéraments ; mais il est généralement sanguin.

La différenciation est également plus considérable chez le sexe fort dans l'espèce humaine. Les femmes étant en général petites, faibles, lymphatiques, peu intelligentes, sont moins différenciées que les hommes dont la taille peut varier du nanisme au géantisme, la constitution de la faiblesse à l'extrême vigueur, l'intelligence de l'idiotie au génie. La voix aiguë chez la femme varie de la gravité à l'acuïté chez l'homme. Les femmes ont presque toutes la même écriture, tandis que les écritures d'hommes sont variées à l'infini.

Au point de vue du poids du cerveau, M. Topinard a constaté, d'après les pesées faites par Broca, que les variations individuelles sont plus grandes chez l'homme que chez la femme. L'écart, qui est de 494 grammes pour cette dernière, s'élève à 760 grammes pour le premier. D'après Broca, la différence de taille de deux groupes de femmes étant de 6 pour 100, le cerveau des grandes pèse 2 pour 100 de plus que celui des petites. Au contraire, chez les hommes présentant la même différence de taille, le cerveau des grands pèse 6 pour 100 de plus que celui des petits.

Au point de vue des sentiments, des goûts, des idées, on trouve chez les femmes une grande similitude et chez les hommes une immense diversité.

Relativement à l'aspect extérieur, les femmes présentent moins de différences que les hommes. Il y a, par exemple, plus de ressemblance entre les juives qu'entre les juifs. Cela s'accorde avec ce fait que le type primitif d'une race est représenté plutôt par les femmes que par les hommes. « On sait, dit M. Pruner bey, que, dans beaucoup de cas, les caractères typiques se conservent surtout dans le sexe féminin. » Le même anthropologiste assure que « dans les grandes villes d'Égypte, l'ancien type égyptien, le type monumental est peu commun chez les hommes, tandis qu'il se rencontre très fréquemment chez les femmes ». A Arles, d'après MM. de Quatrefages et Broca, le type grec le plus remarquable et le plus pur s'observe chez un grand nombre de femmes et ne se retrouve qu'assez rarement chez les hommes. « C'est dans la classe des petits artisans et surtout chez leurs femmes et leurs filles que les types locaux sont le mieux caractérisés. » (De Quatrefages.)

En résumé, à tous les points de vue, les femmes sont donc moins différenciées que les hommes.

AGE.

A l'origine, tous les embryons se *ressemblent*. « *Le passage* d'une espèce ou d'un genre à un autre ne semble brusque que parce que l'on compare deux animaux parvenus à l'âge adulte ; on sait combien il est difficile de distinguer les jeunes espèces d'un même genre. Chez l'embryon, la ressemblance est encore plus grande. » (Trouessart.)

En ce qui concerne l'espèce humaine, les nouveau-nés présentent entre eux de grandes similitudes au point de vue de la taille, du poids, de la constitution, etc. Il en est de même des enfants qui sont tous petits, blonds, faibles et qui ont à peu près les mêmes facultés morales et intellectuelles. D'après les pathologistes, les différences de tempérament sont peu prononcées dans l'enfance. Cette ressemblance des enfants entre eux existe non seulement dans chaque race, mais même dans les diverses races. D'après M. le docteur Verneau, chez les enfants, il y a moins de différences entre les bassins des diverses races que chez les adultes. On en pourrait dire autant de la force musculaire et des facultés cérébrales.

Au contraire, on observe chez les adultes une extrême variété à tous les points de vue. Entre le nain et le géant, entre le très faible et le très fort, entre l'idiot et l'homme d'une intelligence supérieure, il existe une foule de degrés intermédiaires qui marquent une très grande différenciation. Le tempérament, qui est faible chez l'enfant, est très variable chez l'adulte puisqu'il a donné lieu à des qualifications nombreuses et variées : pituiteux, lymphatique, sanguin, musculaire, bilieux, mélancolique, nerveux, etc. Ces distinctions sont

effacées plus tard par la vieillesse. Le pouls, qui est très fréquent chez tous les enfants, varie de 40 à 90 chez les adultes et redevient fréquent chez le vieillard. Les cheveux, qui sont blonds chez presque tous les enfants, varient chez l'adulte du blond le plus clair au brun le plus foncé et deviennent blancs chez la plupart des vieillards. La voix, qui est aiguë chez tous les enfants, varie chez l'adulte du ténor à la basse et tend à redevenir aiguë chez le vieillard.

La taille, le poids, la capacité thoracique, la force musculaire, le poids du cerveau présentent les mêmes variations. La force de pression, qui est peu développée chez l'enfant et le vieillard, varie chez l'adulte de quelques kilogrammes à 50 kilog. et plus. D'après les pesées de Broca et de Bischoff, le poids du cerveau atteint son maximum de variations individuelles de 36 à 65 ans. Au point de vue moral et intellectuel, certains adultes ont les facultés inférieures qui caractérisent les enfants, tandis que les autres ont les facultés supérieures de l'homme intelligent.

Ces différences que nous constatons entre les adultes s'atténuent peu à peu avec l'âge et finissent par disparaître dans l'extrême vieillesse. Les individus très vigoureux ou très intelligents perdent en vieillissant plus de vigueur ou d'intelligence que les autres. L'homme en vieillissant perd plusieurs kilogrammes de son poids et jusqu'à 7 centimètres de sa taille. Il arrive un moment où tous les vieillards ont la même constitution faible, les mêmes sentiments, les mêmes goûts et les mêmes idées enfantines.

En résumé, les individus sont égaux pendant l'enfance, de plus en plus inégaux pendant l'adolescence, atteignent leur summum d'inégalité pendant l'âge adulte et redeviennent égaux au cours de la vieillesse.

CONSTITUTION.

Si l'on compare les faibles entre eux ou les forts entre eux, on voit que les derniers présentent beaucoup plus de variations que les premiers. On comprend qu'il y ait plus de degrés dans la force que dans la faiblesse, et dans l'intelligence que dans la bêtise, de même qu'il y a plus de degrés dans le bien divisible en passable, assez bien, bien, très bien, parfaitement bien, que dans le mal qui ne comprend que le mauvais et le médiocre.

Les faibles d'esprit sont moins différenciés physiquement que les individus intelligents. D'après le docteur Frigerio, la force du poignet est en moyenne de 67 pour les idiots, de 110 pour les criminels et de 168 pour les hommes sains d'esprit.

Les bruns, étant forts moyens ou lymphatiques, sont plus différenciés que les blonds qui, sous notre climat, sont presque toujours lymphatiques. Les yeux qui sont bleus, gris, verts, noirs, chez les bruns, sont presque toujours bleus chez les blonds.

Les grands sont intellectuellement plus différenciés que les petits. D'après Broca, il y a quatre ou cinq fois plus d'idiots chez les gens de petite taille.

Au point de vue intellectuel, tous les idiots se ressemblent, tandis que les gens intelligents ont des facultés et des aptitudes très variées. Voilà pourquoi, dans un concours, les professeurs ou examinateurs classent facilement les premières copies et très difficilement les dernières.

La différenciation est plus grande dans les classes riches que dans les pauvres, à Paris qu'en province, à la ville qu'à la campagne. Les riches étant plus grands (Villermé) que les pauvres sont plus différenciés qu'eux au point de vue de la taille. La taille est plus variée chez les officiers que chez les soldats, puisque, d'après M. Arnould, la taille moyenne des Français de vingt ans étant de 1649 millimètres, celle des Saint-Cyriens est de 1695. En Angleterre, « la taille moyenne des hommes qui peuplent les hôpitaux, les maisons de travail et les prisons est au-dessous de la commune. » (Brent.)

De même l'étude de la répartition par arrondissement de la taille moyenne des conscrits parisiens montre que les arrondissements riches ou intelligents des Champs-Élysées, de Passy, de l'Odéon, ayant la taille moyenne la plus élevée, sont plus différenciés à ce point de vue que les arrondissements pauvres de Belleville ou de la Villette qui ont la taille la moins élevée.

En ce qui concerne les professions, les individus exerçant des métiers manuels (paysans, manœuvres) sont à peu près égaux au point de vue intellectuel, tandis que ceux qui exercent des professions libérales se divisent en hommes politiques, hommes de sciences, de lettres, de loi, artistes, sans compter les subdivisions répondant aux différentes branches de la science, de l'art, etc.

Les citadins, ayant la taille plus élevée et la tête plus grosse que les campagnards, sont plus différenciés qu'eux au point de vue de la taille et de la capacité crânienne.

Quand une classe, après avoir été intelligente, dégénère, la différenciation diminue parmi les individus qui la composent; exemple, la noblesse française qui, après avoir été jusqu'au XVIe siècle la partie la plus intelligente de la nation, d'après les recherches de M. Le Bon sur la capacité crânienne dans les diverses classes, vient aujourd'hui après les lettrés et les bourgeois.

En résumé, l'égalité physique, morale et intellectuelle qui caractérise les individus faibles de corps ou d'esprit, disparaît chez les hommes moyens et surtout chez les forts et les intelligents.

CIRCONSTANCES DIVERSES.

Alimentation. — L'alimentation, en favorisant le développement des individus, accroît leur différenciation. Villermé a reconnu que la taille croît avec l'aisance. Dans l'Aveyron, d'après M. Durand de Gros, le squelette est plus lourd chez les hommes du pays de caus (pays de blé), que chez ceux du pays de segalâ (seigle). De même les bœufs que nourrissent les riches pâturages de la Hollande sont grands pour la plupart, tandis que le même type qui végète dans les landes de Bretagne est en général petit et par conséquent moins différencié au point de vue de la taille.

De même les plantes cultivées et fumées présentent plus de variétés qu'à l'état sauvage. Ce que la culture produit

chez les plantes, la domestication le produit chez les animaux qui varient beaucoup moins en état de liberté qu'une fois domestiqués.

Fonctionnement. — Il ne faudrait pas croire que l'exercice égal des muscles ou de l'intelligence rétablisse l'égalité physique ou intellectuelle entre les individus.

D'après MM. Chassagne et Dally, parmi les élèves de l'école militaire de gymnastique de Joinville-le-Pont, la circonférence thoracique a augmenté de 3 à 7 centimètres chez 76 pour 100; la force rénale s'est accrue chez 86 pour 100, la force musculaire chez 90 pour 100, le poids a augmenté chez 38 pour 100 et diminué chez 66 pour 100. La gymnastique a donc accru les différences qui existaient entre les élèves de l'école, au point de vue de la capacité thoracique, du poids, de la force musculaire, etc.

De même l'instruction donnée également aux individus intelligents et aux faibles d'esprit, bien loin de rétablir l'égalité intellectuelle entre eux, augmente encore la prééminence des premiers sur les seconds. Prenons cent élèves commençant en même temps l'étude d'une science ou d'un art quelconque : les différences, presque nulles le premier jour, seront très marquées au bout d'un an et augmenteront d'année en année. Tel est l'avis de tous les professeurs qui constatent que les élèves sont plus différenciés dans les classes élevées que dans les classes élémentaires.

On comprend d'ailleurs que la perfectibilité étant nulle chez l'individu dont l'esprit est borné et d'autant plus grande que l'intelligence est plus développée, l'instruction qui accroît encore cette perfectibilité augmentera forcément les différences intellectuelles qui séparaient primitivement un idiot d'un enfant intelligent. Le minimum étant fixe puisque l'idiot reste idiot et la moyenne s'élevant puisque l'enfant intelligent est rendu plus intelligent par l'éducation, il en résulte une différenciation intellectuelle plus grande entre les individus. L'instruction, en augmentant le nombre des degrés intellectuels qui séparent l'homme supérieur de l'idiot, accroît par cela même la différenciation.

Ainsi l'égalité intellectuelle rêvée par certains philosophes n'est pas près de s'accomplir. Au contraire, cette égalité, qui existait chez les races primitives et qui existe encore chez les sauvages, tend à disparaître avec les progrès de la civilisation. L'instruction sur laquelle ces philosophes comptaient pour rétablir l'égalité entre les hommes assure définitivement la suprématie des gens intelligents.

En somme, le fonctionnement, en augmentant la prééminence des hommes forts et intelligents, accroît encore l'inégalité physique et intellectuelle entre les individus.

Milieu. — Les climats tempérés, qui sont les plus favorables au développement de la force et de l'intelligence, ainsi que le prouve la carte des pays civilisés, paraissent être ceux où la différenciation entre les individus atteint son maximum. Les espèces qui sont noires sous l'équateur, blanches au pôle nord, ont une robe de couleur variée dans nos climats. Les climats chauds, en affaiblissant les individus, diminuent leur différenciation au point de vue du tempérament. Les blancs qui, en Europe, comprennent des pléthoriques et des anémiques, sont tous anémiques dans les pays chauds.

Maladies. — Certaines maladies mentales ont pour effet de ramener les individus au même type inférieur. M. Morel, parlant de la formation du type dans les variétés dégénérées, s'exprime en ces termes : « Dans les variétés inférieures des êtres dégénérés, on peut remarquer chez tous les individus qui composent ces variations un type physique similaire, une certaine conformité dans les tendances intellectuelles et morales. Ils trahissent leur origine par la manifestation du même caractère, des mêmes mœurs, du même tempérament et des mêmes instincts. Ces analogies établissent entre individus dégénérés, sous l'influence des mêmes causes, un lien de parenté pathologique. On observe des faits du même genre dans les races inférieures de l'espèce humaine. »

CONCLUSION.

J'arrive au terme de cette étude qui est loin d'être complète. Il serait intéressant de montrer comment l'inégalité est due au développement plus ou moins grand de certains caractères de supériorité apparaissant suivant un certain ordre et marquant les différentes phases de l'évolution. Ces divers degrés d'évolution sont l'origine des distinctions établies entre les constitutions et les âges ou phases de développement, lesquels sont plus nombreux chez les individus supérieurs que chez les inférieurs.

En résumé, l'égalité physique, morale et intellectuelle caractérise les individus inférieurs (espèces, races, variétés inférieures, femmes, enfants, faibles de corps *ou d'esprit*).

Au contraire, l'inégalité s'observe chez les individus supérieurs ou arrivés au terme de leur évolution (espèces, races, variétés supérieures, hommes, adultes, forts, individus intelligents).

L'évolution ascendante va donc de l'égalité à l'inégalité et est favorisée par les circonstances physiologiques qui augmentent la nutrition : alimentation, fonctionnement.

Au contraire l'évolution descendante ou rétrograde est caractérisée par un retour à l'égalité qui s'observe chez les espèces en voie d'extinction, les variétés ou classes dégénérées, et les vieillards.

GAETAN DELAUNAY.

VARIÉTÉS

Accident survenu le 13 avril 1882 aux mines de houille de Liévin (Pas-de-Calais).

Des accidents survenus depuis plusieurs années dans les houillères ont attiré l'attention des ingénieurs sur l'augmentation considérable de danger qui peut résulter de la présence des poussières charbonneuses, en suspension dans l'atmosphère des mines grisouteuses, et ce sujet a été étudié en détail par la commission nommée par la loi du 26 mars 1877.

Dès 1844, Faraday et Lyell, chargés d'une enquête au sujet de l'explosion de Haswell, avaient recueilli du coke dans les travaux et émis cette opinion que la flamme du grisou avait provoqué, par suite du courant qui s'était produit et au moyen de la poussière et de l'air même de la mine, la formation d'une grande quantité de gaz.

En 1855, M. Dusouich, à propos d'une explosion survenue à Firminy, a admis, à son tour, que les effets du grisou avaient été continués et propagés par la poussière de houille, balayée dans les chantiers et sur le sol des galeries, transportée au loin par la violence de l'explosion et enflammée elle-même partiellement.

Depuis lors, dans de nombreux accidents, les ingénieurs ont attribué aux poussières de charbon un rôle plus ou moins important, peut-être même parfois exagéré.

Une explosion survenue en 1875 à Campagnac, à la suite d'un coup de mine, dans une couche où la présence du grisou n'avait jamais été signalée, a brûlé trois ouvriers et a été rapportée par M. Vital à l'influence exclusive des poussières charbonneuses.

A la suite de l'explosion survenue le 8 septembre 1880 dans la houillère de Seaham, des expériences intéressantes ont été faites par M. le professeur Abel, le savant chimiste de Woolwich, et lui ont permis de conclure :

1° Que des poussières quelconques pouvaient, indépendamment de toute inflammabilité propre, rendre explosible une atmosphère contenant une proportion de grisou beaucoup trop faible pour marquer à la lampe.

2° Que les poussières charbonneuses pouvaient dans certaines circonstances spéciales s'enflammer en dehors de toute trace de grisou.

C'est encore, selon nous, aux poussières de charbon qu'il convient de rapporter l'accident survenu le 13 avril dernier aux mines de Liévin (Pas-de-Calais). Cet accident est survenu heureusement à deux heures du matin ; il n'y avait, en ce moment, que trente personnes dans la fosse, et le nombre des victimes a été, grâce à cette circonstance, réduit à neuf.

La fosse nº 3 des mines de Liévin comprend deux puits jumeaux séparés par un massif de 35 mètres. Un ventilateur Guibal, de 9 mètres de diamètre et de $2^m,50$ de largeur, tournant avec une vitesse de 50 tours par minute, produit une dépression de 38 millimètres d'eau et aspire un volume d'air de 33 mètres cubes par seconde. La mine est donc équivalente à un orifice en mince paroi de $1^m,38$ et peut être classée parmi les mines *larges*.

L'accident a eu pour point de départ une galerie d'une section de $4^m,40$, parcourue par un courant d'une vitesse de $0^m,84$ arrivant directement du puits.

Les tailles situées dans cette région étaient à peu près épuisées, et les ingénieurs voulaient réduire le courant d'air qui traversait ce quartier, en établissant une porte d'aérage. Dans ce but, il était nécessaire de tirer quelques coups de mine dans le toit de la galerie pour préparer le logement de la porte (1).

Les ouvriers chargés de ce travail descendaient dans la mine à dix heures du soir et remontaient à six heures du matin de façon à ne pas gêner le travail courant.

Ils avaient déjà fait sauter une mine dans la nuit du 11-12. Dans la nuit du 12-13 ils en préparèrent deux, de part et d'autre de la voie, et les chargèrent avec neuf galets.

Un surveillant remplissait les fonctions de boute-feu : il mit le feu aux mines, après que les deux ouvriers se furent reculés dans deux directions opposées, puis il s'éloigna lui-même avec le gamin qui l'accompagnait.

L'explosion des coups de mine produisit une détonation formidable, qu'une étude détaillée des faits nous empêche d'attribuer au grisou, ou tout au moins, au seul grisou.

La couche Dusouich où est survenu l'accident, et la couche Alfred, qui est située au-dessous à une faible distance, et qui communique avec elle, sont des couches très peu grisouteuses. On peut y pousser des voies en ferme de 50 mètres, sans que le grisou marque à la lampe, c'est-à-dire atteigne en aucun point une proportion de 2 pour 100. On n'a pas pu y trouver de grisou après l'accident, et il résulte des dépositions formelles de nombreux témoins, qu'avant l'accident le grisou ne marquait nulle part à la lampe.

La galerie où est survenu l'accident était depuis longtemps déhouillée ; elle était parcourue par une quantité suffisante d'air frais arrivant directement du puits. Son toit était formé de schistes solides sans intercalations de filets charbonneux. On ne travaillait pas au moment de l'accident dans la veine Alfred. On n'avait récemment rencontré aucune faille, aucun accident susceptible de donner lieu à l'irruption soudaine du grisou.

Dans le voisinage du centre de l'accident, en amont pendage, deux tailles avaient été récemment exploitées sans remblai ; les estoupées qui fermaient l'accès de ces tailles ont été démolies par l'accident, et on peut actuellement pénétrer au milieu des éboulements, jusque dans les cloches assez considérables qui ont pris naissance, et à la partie supérieure desquelles il est impossible de trouver du grisou. Cette expérience a été répétée après avoir rétabli pendant quelques jours les estoupées et a donné les mêmes résultats.

Dans ces conditions il nous paraît absolument impossible que le grisou ait existé au moment de l'accident dans des proportions susceptibles de produire une explosion sans l'intervention des poussières.

Les poussières ont été soulevées par le premier coup de mine, et le second coup de mine, plus ou moins fortement dégagé par le premier, a fourni une grande quantité de flammes à découvert, et a enflammé soit les poussières de charbon elles-mêmes, soit l'air faiblement grisouteux rendu explosif par les poussières en suspension.

Les deux ouvriers qui avaient battu les mines, le surveillant et son gamin ont été brûlés et sont morts soit immédiatement par asphyxie, soit quelques jours plus tard, par suite de complications postérieures.

(1) On emploie pour le tirage à la poudre des galets de poudre comprimée du poids de 62 grammes, des étoupilles de Bickford, de l'amadou et le briquet.

Les brûlures ne présentaient pas d'eschares et différaient des brûlures habituellement produites par le grisou; les brûlés paraissaient souffrir relativement peu. Les brûlures de la face avaient respecté les lèvres, la bouche et les narines.

Les brûlures du 2e degré n'étaient pas entourées d'auréoles du 1er degré et les déchirures des vêtements étaient marquées sur la peau, comme à l'emporte-pièce.

On trouvait sur les bois des voies, dans les veines Dusouich et Alfred, et principalement dans les culs-de-sac, des dépôts de coke très abondants, tantôt sous forme de boules brillantes et isolées, tantôt sous forme de croûtes atteignant 2 centimètres d'épaisseur et suffisamment agglutinée pour pouvoir se détacher et se conserver. Ces dépôts de coke contiennent de 14 à 18 pour 100 de matières volatiles, tandis que les poussières charbonneuses ramassées dans la voie en renferment 21 pour 100.

Les dépôts de coke se trouvent en général sur les bois, du côté opposé à celui d'où l'explosion est venue; dans les culs-de-sac, ils se trouvent, au contraire, de préférence du côté de l'explosion.

Tous les ouvriers qui travaillaient dans le retour d'air, et qui heureusement n'étaient qu'au nombre de quatre, en dehors des quatre déjà nommés, ont été asphyxiés; l'un d'eux a pu être retiré vivant, mais il semble avoir perdu complètement la raison. On peut attribuer cet effet soit à l'intoxication produite par l'oxyde de carbone, soit à la peur effroyable qu'il a dû éprouver.

Un ouvrier qui travaillait près du puits, dans la galerie en travers banc, a été projeté violemment en même temps que des bois placés en dépôt dans cette galerie, et horriblement mutilé.

Le chargeur à l'accrochage et deux ouvriers qui travaillaient dans le puits de retour d'air ont été projetés et très légèrement contusionnés.

Les autres ouvriers, qui se trouvaient dans la mine, ont continué leur travail, sans se douter de l'accident qui venait d'arriver.

Les mines du Pas-de-Calais sont relativement peu poussiéreuses; on y trouve à peine dans les galeries un ou deux centimètres de poussières, et jamais personne n'avait songé qu'il pût en résulter un danger pour l'exploitation.

L'accident du 13 avril nous paraît démontrer que les poussières charbonneuses, même peu abondantes, peuvent devenir la cause de graves dangers dans une atmosphère peu ou point grisouteuse, et qu'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales avant de tirer des coups de mine, et dangereux de tirer plusieurs coups à court intervalle.

BADOUREAU.

REVUE DE GÉOGRAPHIE

Les séances de la Société de géographie nous fournissent encore aujourd'hui la plupart des nouvelles géographiques concernant l'Europe.

Le 17 mars, M. J. Garnier, connu par des précédents travaux sur la Nouvelle-Calédonie, rendait compte de ses derniers voyages au pays des Cosaques du Don, voyage entrepris pour en étudier les mines de fer et les gisements *houillers*. Après avoir décrit les vastes steppes à peine peuplés qui s'étendent au nord de la mer d'Azof, et parlé des projets formés pour améliorer la navigation de cette mer et relier le bassin du Volga avec la mer Noire par des lignes ferrées, M. Garnier a fait remarquer que le développement agricole et industriel de cette contrée exige, plus que toute autre partie de la Russie, le concours des étrangers. Aussi ne saurait-il trop conseiller à nos jeunes compatriotes de ne pas se laisser rebuter par le climat ou la langue, et d'aller en Russie où les hommes travailleurs et instruits sont sûrs de réussir; les Français surtout y rencontreront le plus cordial accueil.

A la séance suivante, M. Franz Schrader a fait connaître l'état de ses beaux travaux sur la chaîne des Pyrénées. Si l'on avait su la géographie, on eût pu dire, avant Louis XIV, *qu'entre* la France et l'Espagne il n'y a pas de Pyrénées; car, d'après les études de M. Schrader, ce massif est en Espagne. Les contreforts seuls sont en France, *et les généralisations les* représentant comme formant toute la chaîne des Pyrénées devront être modifiées. Lorsque paraîtra au bulletin de la société la communication de M. Schrader, on verra la façon ingénieuse dont il a procédé pour exécuter ses levés qui comprennent aujourd'hui toute la partie centrale, soit un tiers de la chaîne, et on y trouvera la description de son instrument, l'orographe, qui répond parfaitement au nom que lui a donné M. Schrader dont les longs et sérieux travaux ont été d'autant plus distingués à l'exposition de Venise qu'ils ont été oubliés.

Au nord des Pyrénées on songe, paraît-il, à transformer le canal du midi, ou à en ouvrir un plus considérable entre Bordeaux et Narbonne. Le congrès des sociétés françaises de géographie qui se tiendra au mois de septembre à Bordeaux discutera sans doute ce projet dont les avantages économiques et militaires viennent d'être exposés à la Société par M. Paquier. En l'état où se présente la question, nous ne pouvons que nous rallier à l'opinion contraire défendue par MM. Simonin et Schrader.

Deux grandes entreprises de ce genre viennent d'aboutir.

Le 4 mai, a eu lieu, en présence du roi et de la reine de Grèce, l'inauguration des travaux de percement de l'isthme de Corinthe. Nous avons eu plusieurs fois déjà l'occasion de parler de cette entreprise et d'en apprécier l'utilité; c'est avec plaisir que nous voyons son avenir assuré.

D'autre part, nous apprenons que les travaux du canal entre la mer du Nord et la Baltique ont été concédés à une

compagnie anglaise représentée par MM. Bartling et Welles de Londres. L'entrée et la sortie de ce canal seront sérieusement défendues par les fortifications de l'embouchure de l'Elbe et celles de Friederichsort, port de Kiel. Les premières existent seulement sur la rive gauche de l'Elbe, mais le chenal est tellement rapproché de cette rive et fait de tels détours que ces fortifications suffisent; les secondes se composent de cinq forts répartis des deux côtés du port de Kiel.

Bien que le tunnel projeté entre la France et l'Angleterre soit infiniment moins abordable que le canal de Kiel, les Anglais ne se décident pas encore à le laisser exécuter. Ils ne s'y résoudront sans doute qu'après avoir entouré de formidables fortifications les environs de Douvres et préparé toutes les mines sous-marines pour noyer le tunnel à la première alerte : ce sera fort rassurant pour les voyageurs.

Le 26 avril, M. le docteur Hamy a bien voulu faire aux membres de la Société de géographie les honneurs de notre nouveau musée ethnographique du Trocadéro. M. Hamy, qui vient de fonder la *Revue d'ethnographie*, nous a fait pendant deux heures l'inventaire aussi intéressant qu'instructif des richesses classées et disposées par lui et M. Landrin.

La galerie principale est seule ouverte jusqu'à présent et contient les collections si variées rapportées d'Amérique par MM. Pinart, Crevaux, Charnay, etc. Le musée est disposé de telle sorte qu'en le parcourant transversalement on peut facilement suivre les modifications apportées par notre civilisation dans l'ethnographie américaine.

Géographie, ethnographie sont tellement liées que nous ne sommes pas étonnés de rencontrer souvent dans la *Revue de géographie* de M. Drapeyron (1) des articles ou des notes ethnographiques fort intéressants. C'est ainsi que, dans son « mouvement géographique », M. Richard Cortambert reprend la question : « Qu'est-ce qu'une nation ? », à laquelle M. Renan répondait : — C'est un principe spirituel résultant des complications de l'histoire ; une famille spirituelle, non un groupe déterminé par la configuration et l'état du sol — ; et M. Cortambert réplique : — L'homme est esclave de sa race, de sa langue, de sa religion et du milieu où il vit. Romains et Barbares n'ont fait qu'entamer la surface de la vieille Gaule : les siècles ont passé ; nous restons Gaulois.

Cette dernière phrase ne nous paraît pas aussi juste que la première. Nous croyons, nous, — restant ainsi dans les idées exprimées tout d'abord par M. Cortambert — que les Romains et les Barbares ont au contraire profondément entamé la surface de la vieille Gaule : les siècles ont passé ; mais par l'effet du milieu, le caractère des Romains, des Barbares, des populations nouvelles de la vieille Gaule s'est à la longue rapproché de celui des Gaulois. Quand nous serons devenus tout à fait Gaulois, notre bravoure ne suffira pas à compenser notre hâblerie et notre légèreté ; nous serons mûrs pour la colonisation étrangère de gré ou de force, bons à être refoulés... et les Francs de l'avenir subiront sur le sol de l'ancienne Gaule ou de la France les mêmes lois que nous ; lois générales, fatales, du déplacement de toutes les races, de tous les peuples passés et futurs ; lois que la philosophie, aveuglée par l'exagération des idées humanitaires et civilisatrices et abusée par les rêves de paix universelle, ne sait ou n'ose clairement dégager de l'étude de la géographie et de l'histoire. Ces déplacements servent la cause du progrès général de l'humanité, et dans le mouvement actuel vers l'Afrique il nous semble voir la vieille Europe méridionale préparant le déménagement complet que lui réserve un avenir de dix siècles ou peut-être même moins reculé.

En ouvrant l'assemblée générale (1) de la Société de géographie le 28 avril 1882, son président, M. Ferdinand de Lesseps, a fait un beau tableau de ce mouvement dans le nord de l'Afrique ; et cependant nous regrettons de ne point partager ses idées sur tous les points. Tout en admettant la possibilité, la facilité même de la transformation des chotts en mer intérieure, nous ne sommes pas convaincu de son utilité au point de vue militaire. Les lignes de défense de la Tunisie sont beaucoup plus méridionales que la ligne des chotts ; je n'en dirai pas plus sur ce point. Quant aux ports de refuge, il en existe qui n'exigent que des travaux d'amélioration, grâce auxquels nos navires marchands seraient parfaitement défendus à terre par des fortifications, au large par des monitors et des torpilleuses. Mais, au point de vue économique, je me demande ce que des navires de commerce iraient chercher sur les rives sablonneuses et désertes de cette nouvelle lagune ; en quinze ans de voyages dans les deux hémisphères nous n'avons jamais vu de végétation productive sans eau douce. Toute la question est de savoir quelle serait l'influence de l'évaporation sur le niveau de la mer artificielle, et si la pluie qu'elle produirait tomberait sur le bassin environnant. Si ces deux questions sont jamais résolues favorablement, l'entreprise méritera d'être prise en considération. Le plus sage est donc de ne point s'engager encore, mais de travailler, d'étudier sans parti pris, consciencieusement, une question assurément des plus intéressantes.

C'est avec plaisir que nous voyons M. de Lesseps affirmer que les locomotives doivent traverser les déserts comme les navires les océans, et s'intéresser à l'exécution du transsaharien, la voie par excellence du Soudan, voie qui primerait politiquement et commercialement toutes les autres le jour où elle serait établie, ne laissant plus à celles du Sénégal, du Fouta-djallon, etc., qu'une importance secondaire, locale, mais point à dédaigner. Mais, là aussi, il faut que le temps fasse son œuvre.

Nous revenons sur un terrain plus spécialement géogra-

(1) Le numéro d'avril contenait entre autres une étude de M. Drapeyron sur la constitution de Carthage. On y trouve des vues ethnographiques conformes à celles que Flaubert avait émises dans le magnifique roman de *Salammbô*, qui est presque un livre d'histoire.

(1) Séance des prix décernés cette année, comme nous l'avons déjà dit, à MM. Revoil, Lenz, Montano et Gaffarel, dont les travaux sont connus des lecteurs de la *Revue scientifique*. La séance s'est terminée par le récit de l'expédition au Niger de M. Gallieni (*Revue scientifique* du 6 mai 1882).

phique en signalant les progrès de nos brigades topographiques de Tunisie. En remettant, il y a un mois à la Société, quelques feuilles des itinéraires levés par le capitaine Lachouque, le colonel Perrier, membre de l'Institut, faisait remarquer les difficultés et le mérite de la tâche de nos topographes, mérite heureusement de plus en plus apprécié. La marine s'est enfin décidée à contribuer à l'étude de la Tunisie, et M. Manen, l'ingénieur hydrographe bien connu par ses beaux travaux en Indo-Chine et en France, sur la Gironde, a été chargé de la direction d'une mission hydrographique qui nous vaudra dans un an la connaissance parfaite des côtes et des ports et du régime des marées, élément nécessaire à l'élaboration de nos projets ultérieurs.

On ne s'attend pas sans doute à ce que nous parlions de la mission topographique du chott Tigri, sur la frontière marocaine. A ce propos nous devons exprimer encore le désir que les missions, soit politiques, soit militaires, ne prennent jamais des titres de missions scientifiques ou commerciales, et réciproquement. D'une part, en France, le public n'est pas dupe de ces étiquettes; et, à l'étranger, ces confusions sont excessivement nuisibles et compromettantes pour le sort de nos explorateurs. Il n'est pas de chef à demi civilisé ou à demi sauvage, comme on voudra, qui, ayant eu affaire avec une de ces missions politiques ou militaires déguisées, se montre ensuite bien disposé à l'égard des véritables missionnaires scientifiques ou commerciaux.

Une mission uniquement politique ne devrait même pas s'occuper de travaux géographiques, à moins qu'elle ne puisse les dissimuler complètement : c'est l'affaire de ceux qui l'ont précédée ou qui la suivront. Aucun de ces chefs dont nous parlions, quelle que soit son ignorance, ne peut manquer de se défier d'envoyés politiques qui arrivent chez lui après avoir levé la carte de son pays. On ne saurait mieux faire pour être mal accueilli ou pour soulever des conflits. Tout récemment n'en avions-nous pas un nouvel exemple dans la mission Gallieni? Quel est le premier reproche d'Ahmadou à notre envoyé politique sinon celui « d'avoir levé son itinéraire afin de faciliter la voie à une colonne expéditionnaire » ? Certes, personne ne doit douter que nous ne sachions apprécier, comme elles le méritent, la mission de M. Gallieni et la façon dont il l'a remplie : il a fait son devoir, tout son devoir. Le 28 avril, nous avons applaudi sans réserve aux paroles de remerciements et d'éloges prononcées par M. de Lesseps; mais nos observations précédentes s'adressent à ceux qui, dans leurs instructions, ont confondu des missions que nous voudrions voir toujours nettement séparées dans l'intérêt des unes et des autres. En dehors de leurs travaux spéciaux, nos missionnaires ne doivent jamais être acteurs et sortir de leur rôle d'observateurs — et cela aussi bien en Indo-Chine qu'au Sénégal.

Avant de quitter ce pays il nous reste à signaler la publication de six feuilles de levés exécutés par la brigade topographique attachée à l'expédition du lieutenant-colonel Borguis-Desbordes. Ces feuilles, présentées dernièrement à la Société de géographie par le colonel Perrier, représentent l'itinéraire au 1/100 000 entre Médine et Kita, avec le plus de terrain qu'il a été possible d'en relever à droite et à gauche, et un itinéraire au 1/50 000 entre Kita et Mourgoula. Inutile d'ajouter que les travaux, exécutés sous l'habile direction du commandant Derrien, appartiennent à cette catégorie d'études géographiques qui servent de bases aux explorations proprement dites. Ces bases certaines s'étendent donc aujourd'hui jusqu'à 100 kilomètres, à vol d'oiseau du haut Niger.

La *Société de géographie commerciale* publiera sans doute prochainement un résumé des voyages du capitaine Mattei, dans le bassin méridional et le delta de ce grand fleuve, à l'est duquel devaient se diriger plusieurs explorateurs.

En effet, dès le mois de janvier, nous trouvions dans le *Bulletin de la Société italienne de géographie* quelques détails sur l'organisation et les projets de la mission Schultze Rogozinski, composée de quinze personnes de nationalité différente. Les dépenses devaient être couvertes par les explorateurs et par les subventions des gouvernements russe, belge et italien. La mission, tantôt divisée en plusieurs groupes, tantôt réunie sous le commandement de M. G. Bianchi, devait explorer tout le pays compris entre le mont Cameroun (au fond du golfe de Guinée, près de Fernando-Po) et le lac Liba, dont l'existence ou au moins la position est tout à fait hypothétique : c'était, en somme, l'exploration de la partie septentrionale de l'immense tache blanche que représentent nos cartes entre le Soudan et l'Ogôoué.

Trois ou quatre personnes se connaissant de longue date peuvent à la rigueur se lancer dans de semblables entreprises; mais l'union de quinze hommes, et d'hommes de nationalité, de mœurs, d'idées et d'intérêts différents est-elle réalisable au milieu des complications et des hasards de l'exploration d'un pays inconnu! Nous ne verrons pas, paraît-il, cette nouvelle tour de Babel : les fondations ont naturellement manqué et, pour le moment, MM. Bianchi et Licata vont seuls entreprendre l'exploration du bassin du Cameroun que projetait également M. Gezeaux de Vautibault, en vue de l'établissement d'une ligne ferrée entre la côte et l'Adamaoua. Explorez d'abord, devons-nous dire aux uns et aux autres, et vos titres ne seront que plus sérieux ensuite pour obtenir la confiance du public. Mais pour explorer, il nous faut des ressources, des appuis, peuvent-ils nous répondre. Eh bien, dans chaque pays, n'y a-t-il pas aujourd'hui des commissions de voyage et des sociétés de géographie pour étudier les projets d'exploration et fournir aux gouvernements les renseignements qu'ils ne sauraient trouver dans leurs bureaux administratifs peu compétents et moins indépendants, renseignements sur lesquels ils peuvent s'appuyer pour accorder ou refuser leur appui aux explorateurs qui le sollicitent?

Nous admettons, bien entendu, que ceux qui ne demandent rien soient laissés entièrement libres d'agir à leurs risques et périls, à condition toutefois qu'ils ne se mêleront pas de politique et que leurs actes ne pourront jamais engager la politique de leur pays.

Entrons dans le bassin de l'Ogôoué. Nous avions laissé M. de Brazza à Franceville, attendant, disions-nous, l'arrivée

de MM. Mizon et Ballay; de M. Mizon, pour lui remettre la direction de la station, et de M. Ballay pour entreprendre avec lui, sur les bateaux démontables qu'il devait amener, l'exploration de l'Alima.

Depuis un an qu'il avait quitté la France pour la seconde fois, M. de Brazza attendait; mais on sait que notre brave explorateur a une façon toute particulière d'atten dre : avec lui, il n'y a pas de temps perdu. Déjà il avait fondé la station de Franceville sur la Passa, affluent du haut Ogôoué, ouvert une route de terre entre Franceville et Stanleypool sur le Congo, traité avec le roi Makoko dont il avait su gagner la confiance, fondé la deuxième station de Brazzaville, près de Stanleypool, descendu le Congo et remonté de nouveau l'Ogôoué, ayant ainsi fait le tour complet du quadrilatère, presque aussi étendu que la France, compris entre le Congo et l'Ogôoué.

Qu'allait-il faire encore? Entreprendrait-il seul de tracer la nouvelle route de l'Ogôoué à l'Alima? D'autres auraient hésité; de Brazza se mit à l'œuvre.

Il explore de nouveau le pays entre les deux fleuves, arrête le tracé le plus avantageux, fixe au confluent de l'Obia et de la Lékiba (tributaires de l'Alima) la position de la troisième station dite du haut Alima, organise ses escouades de défricheurs et de terrassiers indigènes, et bientôt s'ouvre une route praticable pour le transport des bateaux destinés à la navigation de l'Alima et du Congo; enfin, en septembre 1881, la station du haut Alima était fondée.

Le 27 septembre, M. Mizon venait enfin prendre la direction de Franceville; mais il arrivait seul. M. Ballay était retenu au Gabon par des réparations à faire à ses bateaux, et ces réparations laissaient entrevoir à M. de Brazza de tels retards (1) qu'après deux ans d'absence et de pénibles travaux il paraît s'être décidé à revenir momentanément en France.

Pour faire profiter la science de son retour, il s'est dirigé droit sur la côte, de Franceville à Mayumbé, traversant ainsi en son milieu la région inexplorée comprise entre le Congo et l'Ogôoué. Il faut donc espérer qu'à moins d'événements imprévus, M. de Brazza sera en France en juin ou juillet et nous apportera la confirmation d'un fait dont l'importance commerciale se saisit à première vue sur la carte.

Du confluent de l'Alima et du Congo à l'Atlantique il faut compter au moins 1230 kilomètres par la voie du Congo ou voie Stanley, et 1410 par l'Alima et l'Ogôoué ou voie de Brazza. Mais sur la première nous savons qu'il faudra encore plusieurs années pour achever, en pays hostile, une route coûteuse de 500 kilomètres qui sera insuffisante pour le transit considérable de l'Afrique centrale. Les frais de construction d'une voie ferrée dépasseraient certainement 500 millions.

(1) Il semble cependant qu'avec le concours de la station locale du Gabon ces réparations auraient dû être plus rapidement menées. Ce n'est pas d'après les circulaires des ministres de la marine, mais d'après les actes de leurs fonctionnaires dans les colonies que nous apprécions l'esprit du ministère de la marine militaire.

Sur la voie de Brazza, les cours d'eau sont presque entièrement utilisables, n'étant séparés que par une distance de 120 kilomètres, dans un pays fertile en ressources, dont la population considère de Brazza comme l'apôtre de la liberté et montre les meilleures dispositions. Sur ces 120 kilomètres, une route carrossable est aujourd'hui tracée, et le transport des marchandises, actuellement assuré par des porteurs et des bêtes de somme pourra se faire, quand on le voudra, au moyen d'une voie Decauville. Une somme insignifiante suffirait même ici à la construction d'un chemin de fer.

Il faut faire davantage et avoir l'audace qu'auraient des Anglais et des Américains. Sacrifiant l'Ogôoué, qu'on ne rendra jamais navigable comme le Congo ou l'Alima, il faut jeter hardiment une voie ferrée de Libreville à la station de l'Alima. Cette ligne reviendra moins cher que la simple route entreprise par Stanley, et serait-elle bien plus coûteuse que, jugeant l'entreprise sérieuse, facile, féconde en résultats pratiques, nous dirions encore : commerçants et industriels, ayez autant d'audace que les pionniers de la science, rendez fructueuse la mission humanitaire et scientifique si généreusement accomplie par M. de Brazza au prix de bien des misères, de longues privations et de rudes fatigues, et vous aussi vous aurez, comme lui, bien mérité de la patrie.

Les Anglais, dont le domaine colonial est déjà si considérable au sud de l'Afrique, explorent principalement sa partie orientale et y jettent, par leurs nombreuses entreprises, routes, stations..., les bases d'une extension plus grande. Nous trouvons encore aujourd'hui, dans les *Proceedings* de la Société de géographie de Londres, la plupart des nouvelles intéressantes concernant ces régions.

La mission anglaise du lac Nyassa, établie depuis sept ans à Livingstonia, ayant été transférée à Bandaoué (11°56′ sud et 31°46′ est) (1), qui se trouve dans un pays plus sain et surtout plus central, MM. Stewart et Laws sont allés au nord du lac pour diriger les travaux de la nouvelle route du lac Tanganika. Il paraît qu'à son dernier voyage, le steamer de la station, l'*Ilala,* a failli se perdre.

Les Anglais commencent à s'inquiéter sérieusement de l'abaissement des niveaux du lac Nyassa et de la rivière Chiré; les observations exactes qu'ils prennent régulièrement depuis plusieurs années leur font redouter la continuation d'un phénomène si défavorable à leurs entreprises.

Entre le lac Nyassa et la côte de Mozambique s'étend une contrée dont on avait jadis quelque idée, à en juger par les cartes d'il y a deux cents ans; mais depuis que les Portugais ont perdu l'espoir de découvrir à l'intérieur de vastes et riches royaumes, c'est à peine s'ils se sont écartés de la côte. On dit bien qu'en 1854 un voyageur portugais — Silva Porto — aurait pénétré jusqu'aux sources de la Loujende; mais aucun document relatif à ce voyage n'ayant été découvert, les Anglais peuvent être ici considérés comme les premiers

(1) Toutes les mesures que nous donnons sont des mesures françaises : degrés de longitude rapportés au méridien de Paris, degrés centigrades, mètres, kilomètres ou milles marins de 1852 mètres, etc.

explorateurs modernes. Dans notre précédente revue, nous avons montré MM. Thomson, Chauncy Maples et Johnston étudiant les parties septentrionales et centrales de cette contrée, ainsi que le cours de la Loujende qui l'enveloppe à l'ouest. Aujourd'hui, nous avons à enregistrer les résultats obtenus dans le sud par M. O'Neill.

Ancien officier de marine au service du sultan de Zanzibar, aujourd'hui consul anglais à Mozambique, M. O'Neill partait, le 19 août 1881, de cette ville et y revenait trois mois plus tard après avoir parcouru et relevé à l'estime un itinéraire de 400 kilomètres dans la direction de la partie méridionale du lac Nyassa. Le point extrême atteint est le village de Namourola (14°30′ sud, 35°13′ est), à environ neuf ou dix jours de marche du lac Nyassa. La première partie de la route traverse un pays plat, boisé, peuplé et bien cultivé ; le terrain s'élève ensuite graduellement et, sur des plateaux légèrement ondulés où la végétation est remplacée par le bambou, se dressent çà et là quelques lignes de hauteur et des pics isolés; enfin, de Namourola, on aperçoit au loin, dans l'ouest, la chaîne d'Inagou dont les sommets, tels que celui de Namouli, sont couverts de neige.

« Cette description prouve, suivant M. Thomson que nous avons déjà cité, l'identité géologique de toute la région comprise entre le 8e et le 18e degré de latitude sud. Le sol est composé de schistes métamorphiques, de gneiss et granit ; les schistes ont été minés, détachés pour former le plan des vallées, tandis que les roches dures et compactes restées en place se présentent sous la forme de collines et de pics isolés; quant à la chaîne d'Inagou, elle est sans doute le premier plan du plateau central qui s'étend plus ou moins parallèlement à la côte de la mer Rouge au Cap. »

Les Makoua sont si peu connus que nous croyons devoir ajouter ici quelques-unes des observations de M. O'Neill sur leurs mœurs, leur état économique et politique.

Partout les chefs ont un grand nombre de femmes, cent ou deux cents, ayant chacune leur hutte. Pour l'indigène, un chef est d'autant plus puissant — qu'il ne sait pas où il couche. — M. O'Neill, qui a dû fréquenter un grand nombre de ces chefs, a voulu étudier le problème que cachait cette expression, et il a trouvé qu'il ne fallait pas la prendre à la lettre. Les huttes des femmes sont, en effet, groupées de telle sorte que leur seigneur et maître peut facilement mettre de l'ordre dans ses faveurs.

Il est plus difficile, pour ne pas dire impossible, à un explorateur d'apprécier exactement les croyances des populations; les missionnaires y mettent des mois, quelquefois des années. Sans avoir d'ailleurs la prétention d'éclaircir cette question, M. O'Neill dit que « les Makoua ont un mot pour désigner un être suprême, mais qu'ils voient dans la mort un éternel sommeil ». Sur ce point, il n'est pas d'accord avec M. Thomson, qui assure que « les Makoua croient à une autre existence après la mort, existence également matérielle et cependant invisible, semblable au vent qu'on ne voit pas et qui existe pourtant ».

Une sorte de jugement de Dieu, l'épreuve du poison, est en usage chez les Makoua dont l'ignorance est telle que les moindres bagatelles ont contribué à assurer les voyages de M. O'Neill. Son lorgnon inspirait la terreur, et tout le monde fuyait en le voyant s'en servir. M. O'Neill s'imagine cependant que lorsque les indigènes n'éprouveront plus de surprises et de craintes, il ne sera peut-être pas facile aux blancs de voyager chez eux, car ce sont des gaillards solides et portés à enlever de force ce qu'on leur refuse.

La route suivie par M. O'Neill paraît avoir été autrefois assez fréquentée; mais en se bornant à dire que des indigènes viennent de fort loin apporter à la côte du riz, de la gomme, de l'ivoire et du fer ; et qu'à Namourola le calicot a vingt fois plus de valeur qu'à Mozambique, il ne donne cependant pas des renseignements suffisants pour engager des traitants à établir à Namourola le centre de leurs opérations. L'état politique du pays laisse d'ailleurs beaucoup à désirer.

Si, sur cette route, une certaine communauté d'intérêts a lié les chefs et les a portés à protéger, autant que possible, les caravanes, nous voyons par le récit même de M. O'Neill qu'il ne faut pas étendre cette observation au reste du pays. Tous les chefs y sont en guerres perpétuelles les uns contre les autres, et non seulement M. O'Neill n'a pu dépasser Namourola, mais encore il a dû revenir à Mozambique par une route, en somme, fort rapprochée de son premier itinéraire. Sans constituer ce que nous appelons aujourd'hui une mission scientifique ou une véritable exploration géographique, ce voyage consulaire est intéressant et les vues générales exposées dans sa relation encadrent *bien les études plus* spéciales des précédents voyageurs. Vu l'étendue de la contrée en question, l'ensemble même de toutes ces études n'est encore qu'un début, mais le début promet; nous suivrons donc avec intérêt le mouvement des explorations anglaises dans une partie de l'Afrique si voisine de Madagascar et de la Réunion.

Grâce au ministère des affaires étrangères et à M. Ledoux, consul de France à Zanzibar, la Société de géographie recevait de temps à autre quelques nouvelles de la région des grands lacs, et, en particulier, de la station française dirigée par M. Bloyet. Nous n'attendons pas moins du successeur de M. Ledoux, et nous souhaitons que ses correspondances ne concernent pas uniquement les luttes, un peu monotones par leur perpétuité, des tribus de l'intérieur. Certes, nous reconnaissons que le rôle d'un consul est de rester dans sa résidence — à moins qu'elle ne soit un trou où il n'y a à surveiller aucun intérêt commercial ou politique — et qu'au lieu d'aller courir des aventures, il doit se borner à transmettre les renseignements qu'il prend ou reçoit; mais il nous semble que parmi ceux-ci, la géographie a été un peu négligée. M. Bloyet a cependant parlé assez souvent de ses travaux pour que nous nous demandions s'ils ne seraient pas oubliés dans quelque carton du comité français de l'Association africaine.

Le comité belge vient de perdre un de ses agents les plus distingués par le talent et le courage. M. J.-G.-A. Ramaeckers, ancien aide de camp du général Brialmont, est mort le 23 février à Karéma (rive orientale du lac Tanganika), station

avec laquelle les communications sont restées si longtemps coupées par les chefs Mirambo et Simbo, et que M. Ramaeckers se préparait à défendre contre Mirambo, résolu à la faire sauter plutôt que de capituler. Nous apprenons que deux officiers belges, MM. Storms et Constant, viennent de partir pour Zanzibar.

A 120 kilomètres environ de la côte nord de notre station, est situé le pays de Ngourou que viennent de traverser M. et Mme Last. Leur voyage circulaire, d'environ 450 kilomètres, est compris entre la station anglaise de Mamboia et Mgola, au nord du Ngourou. A l'intérêt spécial de ce voyage, dans une région presque entièrement inconnue, s'attache celui de la reconnaissance d'un territoire voisin de l'Oussagara où se trouvent la mission française de Kinyumbi (m'Honda?) et la station du comité français. La relation de M. Last nous replonge dans l'incertitude au sujet du véritable nom de notre station, sur lequel son fondateur, le capitaine Bloyet, a été longtemps indécis.

La question de l'orthographe des noms n'a qu'une importance secondaire lorsqu'un pays est connu, et sa carte physique dressée à peu près exactement; mais il en est tout différemment ici, et les différences orthographiques entraînent de grandes confusions. D'après M. Last, le nom de notre station serait M'Konda Koua, et non Koua m'goungou.

Koua m'goungou de la carte de M. Charmettant, ou Koa m'kungu de la carte de M. Last, est situé à plus de 75 kilomètres dans le nord-est de la position assignée à notre station par M. Bloyet. Vraiment, les cartes des divers voyageurs donnent à la plupart des mêmes localités des positions par trop différentes pour une distance maxima, à la côte, inférieure à 200 kilomètres.

Si les explorateurs voulaient bien adresser aux sociétés de géographie, avec le récit de leurs voyages et leurs cartes, les données sur lesquelles reposent celles-ci, et si les sociétés publiaient ces données sous forme de tableaux, la géographie tirerait plus de profit des efforts de tant d'hommes courageux.

Pendant son voyage au Ngourou, M. Last a pu recueillir d'utiles renseignements sur le pays inconnu de Massaï. Les Massaï, dit-il, sont moins braves que féroces. Un voyageur ne saurait s'engager chez eux sans armes; mais ses fusils et ses revolvers lui donneront moins d'autorité que sa conduite et sa façon de traiter les indigènes. M. Last pense qu'un explorateur, d'un caractère droit, courageux et non querelleur, bon sans faiblesse, et connaissant bien la langue, pourrait traverser le Massaï.

L'époque la plus favorable pour le voyage serait la fin de la saison des pluies, afin de ne pas manquer d'eau en route.

En partant de Pangani, les étapes successives seraient : Bokoua, à dix jours de marche; Umbougoué à quatorze jours, Unyanganyé à quinze jours, Utatourou à douze jours, et Ousoukouma à quinze jours. Il y a encore une autre route de Bokoua à Oukavilondo, dans la direction du nord. Le Houamdidikimo, ou pays des Pygmées, se trouve à environ trois mois de marche dans le nord-ouest du Ngourou. Tels sont les conseils et les détails que M. Last peut donner aux explorateurs qui seraient tentés de se rendre par la voie inconnue, mais directe de Pangani aux lacs Baringo et Victoria Nyanza, pour descendre ensuite la vallée du Nil.

Tandis que dans la partie septentrionale de cette vallée M. G. Maspéro, directeur général des musées d'Égypte, faisait à Deir el Bahari (1) (dans les plaines de Thèbes) la magnifique découverte des tombeaux des plus illustres souverains des XVIIIe et XIXe dynasties; au sud, et tout près de l'équateur, un infatigable chercheur aussi, M. le docteur Juncker, venait s'embarquer à Lado pour revenir en Europe, après avoir poussé ses explorations au delà du pays des Niam-Niam, jusqu'à cinq journées de marche à l'ouest de l'Ouellé. Il était ainsi arrivé sur les bords de la rivière Maqua (m'acka?), dans le pays du sultan Kayambaro, dont la résidence se trouve sur une île de la rivière Maqua, fort large en cet endroit. D'après les gens de Sassa, chef des Niam-Niam, cette rivière irait se jeter *plus au sud, dans l'Ouellé*. Si cette double indication est exacte, il y a lieu de présumer que l'Ouellé appartient plutôt au bassin du Congo qu'à celui du Tchad.

Un des résultats des dernières explorations de M. Schuver, voyageur hollandais, a été de résoudre négativement la question de la jonction du Nil blanc et du Nil bleu. Nous avons constamment l'occasion de remarquer cette tendance des indigènes à souder entre eux les cours d'eau, erreur provenant généralement du voisinage des sources de leurs affluents. Ici, les Arabes affirmaient catégoriquement — suivant M. Schuver — la jonction des deux Nil au sud de Fadassi; et ce qui contribuait à entretenir cette erreur parmi les explorateurs européens, c'est qu'ils entendaient donner le même nom de Jabous aux deux affluents principaux du Nil blanc et du Nil bleu.

M. Schuver s'est d'abord assuré que le mot Jabous est un terme générique signifiant rivière, puis que le Jabous du Nil bleu prend sa source au pied du mont Wallel par 8°50' de latitude, tandis que le Jabous du Nil blanc descend de la pente occidentale des monts Chougrou. Tant que ce dernier arrose le pays des nègres Aman, il porte le nom de Valasat ; mais au delà des défilés de Banghe, dans le Birta, on l'appelle Jabous; plus loin encore, il reçoit la rivière Owé et traverse enfin les plaines de Bourou sous le nom de Yal.

M. Schuver a déterminé plusieurs latitudes parmi lesquelles nous relevons celle de Kartoum (15°37'10") et de Fadassi (9°48'30").

Il ne juge pas plus favorablement les Galla que MM. d'Abbadie et Cecchi; mais il trouve leurs voisins nègres enjoués, serviables et généreux.

Tout en faisant l'éloge des études de M. Stecker dans l'Abyssinie centrale, M. d'Abbadie critique aujourd'hui quelques-unes de ses altitudes, en particulier, celle du grand lac Tana ou Tzana. D'après M. Stecker, cette altitude serait de 1922 mètres (2), résultat dépassant de 62 mètres celui qu'a-

(1) Comptes rendus des découvertes de Deir el Bahari, par M. G. Charmes (*Journal des Débats*, 18, 22, 24 janvier 1882).

(2) C'est par erreur que nous avions dit 1941 dans la *Revue* du 11 mars.

vait obtenu notre savant compatriote dont les observations font partie d'un système appuyé sur la mer Rouge. Il est donc prudent d'attendre la vérification des calculs de M. Stecker.

M. d'Abbadie critique aussi le système orthographique de M. Stecker en recommandant l'indulgence pour l'oreille allemande toujours si malhabile à distinguer les sons.

Enfin, après avoir fait ressortir les dangers courus par le voyageur dans un pays où l'influence malsaine de la chaleur humide se fait sentir jusqu'aux plateaux élevés de 2000 mètres, M. d'Abbadie rappelle que les indigènes eux-mêmes font un usage quotidien de fumigations de soufre pour se préserver des fièvres locales, et recommande cette méthode à tous les explorateurs de l'Abyssinie — ou mieux de l'Éthiopie, puisque tel est le véritable nom de ce pays, et que le mot Abyssinie, dérivé d'un terme arabe injurieux, n'est jamais employé.

Une mission commerciale au Choa est actuellement organisée par M. Bienenfeld, consul italien à Aden.

Nous traverserons rapidement l'Asie, car il nous faudrait sacrifier complètement les autres parties du monde si nous rendions compte aujourd'hui de quelques beaux voyages, tels que ceux de notre compatriote C. Huber en Arabie, de Colborne Baber en Chine, etc.

Le retour en France de MM. Capus et Bonvalot nous permet de mieux remplir nos engagements. Grâce à leur obligeance, nous pouvons suivre sur leur croquis la relation de leur voyage dans le bassin du Syr daria, du Tchirtchik et du Tchotkal — ce que nous n'aurions pu faire sur nos cartes, aucune n'étant au courant des explorations poussées par les Russes avec une telle activité que le Turkestan sera bientôt aussi connu que certaines parties de l'Europe. Partant de Taschkend le 16 août 1881, nos compatriotes remontaient le Tchirtchik et arrivaient le lendemain à l'entrée des montagnes, à Chodjakent, village dont l'aspect pittoresque rappelle la Suisse, et près duquel les Russes ont établi un sanitarium. La vallée du Pskème qu'ils suivirent ensuite est resserrée entre des montagnes aux pentes couvertes d'une abondante végétation arborescente : pommiers, noyers, pruniers, zizyphus, vignes, ormes, etc., sauvages. L'existence de glaciers dans le nord-ouest de Pskème avait été signalée par le général Karalkoff, puis contestée; MM. Capus et Bonvalot se mirent à leur recherche. Après avoir remonté la sauvage vallée de Kara Kyz, ils passèrent dans celle d'Onaoulyane qui s'étend en effet au pied de huit beaux glaciers avec moraines et tables caractéristiques, et à l'est desquels on traverse la chaîne du Kara Boura par une passe élevée d'environ 4000 mètres.

Ils reviennent à Pskème à l'époque de la fête du Ramazan, constatent des usages qui rappellent notre façon de célébrer Pâques et repartent presque aussitôt. Traversant les montagnes, près de la source du Kok sou, par une altitude d'environ 2000 mètres, ils arrivent sur les bords du Tchotkal et le remontent jusqu'à la rivière d'Ablatomne qui prend sa source dans le voisinage de la passe de ce nom élevée d'environ 2600 mètres, passe assez mauvaise, site sauvage, pittoresque un des plus beaux qu'ils aient vus dans l'Asie centrale — quand la pluie, la neige et la grêle leur permettaient d'y voir. Le 4 septembre, MM. Capus et Bonvalot se trouvaient au premier *aoul* Kirghiz qu'on rencontre en entrant ici dans le Ferganat, et continuaient à descendre un affluent du Syr daria qui, venant de la passe d'Ablatomne, porte encore le même nom. Enfin, de Namangane, où ils arrivaient le lendemain, ils revenaient à Taschkend par Margbillane, Khokane et Khodjent. Par leurs envois au muséum, on a pu voir combien avait été fructueuse leur mission, libéralement soutenue par M. Bischoffsheim et facilitée par l'appui bienveillant des autorités russes que nos deux naturalistes avaient su mériter.

M. de Ujfalvy, dont la mission au Turkestan n'avait pas rencontré les mêmes facilités, a été plus heureux l'an dernier dans les possessions anglaises de l'Inde. Les collections qu'il a rapportées ont été fort admirées et sa récente communication à la Société de géographie n'a pas offert moins d'intérêt. Le voyage si rapide de M. et Mme de Ujfalvy, entre Bombay et les massifs du Korakorum où ils ont franchi plus de huit passes dont la plus élevée se trouve à 4950 mètres au-dessus de l'Océan, n'était certes pas sans danger; c'est du moins au prix de grandes fatigues qu'ils ont parcouru à cheval, du 10 juin au 29 octobre, le Koulou, le haut Tchamba, le pays des Paharis, le Cachemire, le Baltistan et le Dardistan. M. de Ujfalvy pensait que si l'explorateur *géographique* ne trouve rien à glaner dans le champ *moissonné par les* topographes anglais, il pouvait du moins recueillir de nouveaux matériaux pour l'étude ethnographique de ces régions peu accessibles. C'est à ce point de vue qu'il étudie les Baltis dans lesquels il voit des Aryens et non des Thibetains. Ayriens aussi seraient, suivant lui, les Dardous et les Kafirs sia poch. M. de Ujfalvy n'a pu voir que quelques types isolés de Kafirs dont le pays est situé assez loin dans l'ouest des régions qu'il a visitées; mais ses appréciations ethnographiques s'accordent avec celles des précédents voyageurs. Notre vieil ami, Marco Paulo, n'avait pas non plus visité le Kafiristan et ne savait que peu de chose — par ouï-dire — sur les brunes gens du Bacian; le P. Goez racontait que les Kafirs sia poch (infidèles habillés de noir) sont grands buveurs de vin et ont les musulmans en horreur; Elphinstone, que leur religion diffère de toutes celles qu'il connaissait; Burnes et Wood ajoutaient : « Ils ont les yeux bleus, les cheveux noirs, le teint foncé, et par la régularité, la beauté des traits et l'intelligence, ils appartiennent à la race caucasique. » En tout cas, les descendants de nos ancêtres présumés seraient de fameux brigands — s'il fallait en croire leurs voisins que gêne sans doute leur amour de l'indépendance.

Suivons encore M. de Ujfalvy chez les habitants du Koulou où règne la polyandrie. Les femmes y sont jolies, les maris point gênants; les unes de mœurs faciles, les autres âpres au gain. Un jour, raconte M. de Ujfalvy, un haut fonctionnaire anglais, voyageant dans ce pays pittoresquement accidenté, était en train de passer un de ces ruisseaux que la saison des pluies transforme en torrents impétueux et qu'on

franchit sur des outres en peaux de bœuf remplies d'air. Une jeune femme, qui avait suivi ses maris et les aidait à transporter les bagages, tombe à l'eau et la voilà emportée par le courant. Pas un mari ne bouge, l'Anglais se précipite au secours de la femme, la sauve au péril de sa vie et reçoit ainsi les remerciements des maris : « Seigneur, si tu as sauvé notre femme, c'est qu'elle te plaisait beaucoup; il est donc naturel que tu pourvoies aujourd'hui à son existence en lui faisant une pension. »

A l'autre extrémité méridionale du Thibet, le même problème géographique passionne toujours les esprits. Au retour du pundit Alaga (1), le major Sandeman avait dirigé un autre explorateur indigène vers les sources de l'Iraouaddy, mais en faisant prendre à celui-ci la route relevée, en 1826, par Wilcox. Ce voyageur n'a malheureusement pas pu remplir sa mission et la position des sources de l'Iraouaddy est toujours aussi inconnue. On sait que nous ne croyons pas à l'identité du Tsanpo et de l'Iraouaddy, et que, tout en appréciant le mérite de l'ouvrage de M. Gordon au point de vue de l'hydrologie du cours inférieur et moyen de l'Iraouaddy, nous n'avons pas considéré comme sérieuse sa partie géographique sur l'Iraouaddy superieur. Et maintenant que la branche principale ou branche orientale de l'Iraouaddy prenne sa source un peu plus ou un peu moins au nord, c'est une question moins importante et intéressante que ne le serait l'exploration du Tsanpo entre Gyala Sindong et le point extrême connu du Dihong, ou celle de la route entre Chousi, Songnakieu dzong et Menkong. En effet, ce sont là les deux directions principales que les voies commerciales du Thibet oriental et de la Chine occidentale doivent suivre pour venir se réunir à Sudyia; et les routes de la Birmanie septentrionale pour les mêmes régions ne peuvent que venir s'amorcer aux différents points de la route de Sudyia à Menkong. Que nos lecteurs nous excusent de rentrer ici dans des questions qu'ils ne peuvent suivre sur nos cartes, à peine même sur les cartes anglaises ; car si les Anglais ont de bonnes cartes de détail sur l'extrême Orient, ils n'en ont pas une passable pour l'ensemble. Et, sans même parler d'une carte d'ensemble de l'extrême Orient méridional comprenant, par exemple, l'Indo-Chine, la Chine méridionale et le Thibet oriental, et pour ne citer qu'un ensemble bien réduit, tel que les frontières de l'Assam, du Thibet et de la Birmanie, la carte qui vient de paraître dans les *Proceedings* du mois de mai de la Société de géographie de Londres ne doit inspirer qu'une confiance très limitée aux cartographes. Il est bon de faire les plus grandes réserves :

1° Sur la position de Bhamo, base de toute la partie orientale de la carte;

2° Sur le tracé inexact de la Salouen et la position du lac Noung Sa;

3° Sur le tracé hypothétique du bassin supérieur du Subansiri.

Au moment de terminer cette revue, nous recevions de l'abbé Desgodins une nouvelle lettre confirmant nos idées sur la question Tsanpo-Brahmapoutre-Iraouaddy. Nous donnerons prochainement connaissance à la Société de géographie de l'intéressant document qu'a bien voulu nous envoyer le courageux et savant missionnaire qui, depuis tant d'années, se consacre à l'étude des questions thibetaines et qui, se trouvant quelquefois à Calcutta, a l'occasion de les discuter avec les hommes les plus compétents. A titre de nouvelle, nous devons cependant extraire de sa lettre les renseignements suivants recueillis auprès des indigènes par M. Lepper qui, en décembre dernier, faisait un second voyage chez les Singpho du Noa Dibing et les Khamti du Tenga pani :

1° A l'est du Nam kiou (branche occidentale de l'Iraouaddy), il n'y a que deux rivières à passer avant d'arriver à la frontière chinoise : la première se nomme Khangkha (je l'identifie avec le Nam disong qui passe à Nogmun); la seconde, nommée Phong may, est avec raison identifiée par l'abbé Desgodins avec la branche orientale de l'Iraouaddy;

2° Tous les indigènes assurent qu'à une distance de deux jours de marche à peine de cette seconde rivière se trouve la frontière de Chine, à l'est de laquelle coule un fleuve indépendant de l'Iraouaddy qu'ils nomment Phong may phong gong. M. Desgodins devait immédiatement y reconnaître la Salouen ;

3° Le Khang kha a la même longueur que le Nam kiou (leurs sources se trouvent donc près et au-dessous du 28° degré). Le Phong may est peut-être plus long (1).

Nous croyons que les explorations futures confirmeront ces renseignements si nets et si précis.

Nous pouvons aujourd'hui négliger l'Indo-Chine, où nos explorations scientifiques ont fait place aux missions politiques. Nous n'aurions guère d'ailleurs qu'à signaler des projets dont l'exécution peut être renvoyée aux calendes grecques. Il paraît toutefois qu'un voyageur anglais, M. Carl Bock, est parti de Bangkok pour remonter la vallée du Ménam. Peut-être ira-t-il rejoindre, à Louang prabang ou dans le Laos, MM. Colquhoun et Wahab dont nous avions annoncé le départ de Canton.

Quittant cette ville à la fin de janvier, ils sont arrivés à Ou tchéou, dont ils sont partis le 28 février. Ils comptaient remonter encore la rivière de Canton jusqu'à Sin tchéou et suivre alors son grand affluent de droite, le Ngo yu kiang, qui passe à Nan ning et prend plus à l'ouest le nom de rivière de Pé sé. Jusqu'à la ville de Pé sé, dont nous reparlerons, le pays est connu, et l'itinéraire de MM. Colquhoun et Wahab est compris dans la catégorie de ceux qu'on a simplement à vérifier. Le voyage se faisant sur des rivières navigables, M. Colquhoun aura les plus grandes facilités pour le transport de son matériel et de ses instruments, et pourra arriver dans de bonnes conditions à Pé sé, où commencera véritablement son exploration. Il n'aura plus alors à franchir qu'une distance égale pour atteindre le Mékong; mais s'il

(1) Voir quelques mots sur son exploration dans la *Revue* du 7 janvier 1882.

(1) Il est donc possible, comme nous le disions dans la *Revue* du 6 août 1881, que l'Iraouaddy (branche orientale) ait ses sources au nord du 28° degré ou sur le plateau thibetain — et cela se peut sans qu'il y ait lieu de l'identifier avec le Tsan po.

coupe la partie septentrionale de l'Indo-Chine que peu d'Européens ont traversée et qu'on doit considérer comme inexplorée, qu'il vienne le rejoindre à Xieng hong ou à Louang prabang, son itinéraire aura le plus grand intérêt. Quel que soit notre regret de voir les Français devancés dans une de ces entreprises dont nous avons tracé les grandes lignes il y a plus de trois ans, nous faisons des vœux bien sincères pour le succès de la partie scientifique de l'exploration de MM. Colquhoun et Wahab.

La ville de Pé sé, dont nous parlions, a été la limite des voyages accomplis en Chine, en 1879, par l'abbé Creuse, des missions étrangères.

Ses itinéraires aller et retour, dont le développement est d'environ 1600 kilomètres, s'étendent de Kouy yang, capitale du Kouy tchéou, à Houang ny ho au Yun nan, et de Pé sé au Kouang si. Le bulletin de la Société de géographie doit publier la carte dressée provisoirement par le P. Creuse qui a été assassiné au cours d'une nouvelle exploration dans le bassin du Ngo yu kiang. Une notice accompagnera cette carte et en fera ressortir l'importance. Après la mort de M. Creuse, un autre missionnaire français a fait au Kouang si un beau voyage, dont nous rendrons compte prochainement.

A propos de la Chine et du Japon, le *Bulletin de la Société d'anthropologie* (4me fascicule, 1881) donne un article de M. L. Metchnikoff sur les origines japonaises et le résumé de l'intéressante discussion à laquelle il a donné lieu. Il serait bien étonnant qu'on ne trouvât rien à critiquer dans ces quelques pages lorsque, sur deux lignes, on a prétendu pouvoir faire pendre un homme. Plusieurs assertions des honorables anthropologistes me paraissent donc discutables. Cependant il en est une qui me touche de plus près par son caractère géographique et historique ; et si je me trompe en la relevant, je ne doute pas que M. de Quatrefages ne se montre indulgent à l'égard d'un profane qui ne sépare point l'étude de l'histoire de celle de la géographie.

M. de Quatrefages écrit : « L'étranger Zin mou, conquérant du Japon au VIIe siècle av. J.-C., n'était certainement pas Chinois — l'origine blanche de ce guerrier est attestée par la prétention qu'il avait de descendre des dieux — or jamais un Chinois ne s'est attribué une origine divine, tandis que les chefs polynésiens affirment non seulement descendre des dieux, mais être dieux eux-mêmes. » Conclusion : — Zin mou et ses compagnons n'étaient pas Chinois parce qu'ils étaient blancs et s'attribuaient une divine origine; ils étaient plus probablement Polynésiens.

Qu'ils ne fussent pas Chinois, je le crois; mais qu'ils ne pussent être venus de la Chine parce qu'ils étaient blancs, c'est d'autant moins admissible qu'on trouve encore en Chine et dans l'Asie orientale des types se rapprochant du blanc, parmi les populations antérieures aux Chinois.

Ensuite, les ancêtres de Zin mou se donnaient simplement le titre de « maître » ou « vénérable »; Zin mou se donna celui d' « auguste du ciel », calqué sur le « fils du ciel » des empereurs chinois — dénominations qui n'impliquent pas, comme quelques personnes se le figurent, la croyance à une origine divine.

Enfin, au point de vue historique, il paraît certain que les ancêtres du conquérant du Japon sont, au contraire, venus de la Chine : le document le plus sérieux à consulter est, croyons-nous, la traduction de l'ouvrage de Ma touan lin, par M. d'Hervey de Saint-Denis. Ma touan lin traduisait lui-même le récit du bonze japonais Tao jen. D'après lui, Zin mou était le vingt-troisième roi d'une dynastie qui régnait depuis quatre siècles ; et son vingt-deuxième prédécesseur était un prince de la famille Kit sé, qui fut, au XIe siècle av. J.-C., refoulée en Corée par les Chinois ; de la Corée, les ancêtres de Zin mou passèrent au Japon. Voilà, entre parenthèse, une noblesse dont les croisades se perdent singulièrement dans le passé.

Les raisons précédentes me dispensent, je crois, de réfuter l'origine polynésienne du conquérant du Japon et de ses compagnons.

Nous ne pousserons pas aujourd'hui jusqu'en Polynésie, et nous nous contenterons de passer à Bornéo, à la Nouvelle-Guinée et aux Philippines.

Pas un négociant, pas un missionnaire anglais n'a été insulté ou lésé dans ses droits, pas un centime n'a été demandé au parlement, pas un navire de guerre n'a été armé, pas une compagnie de débarquement débarquée; mais Sa gracieuse Majesté la reine d'Angleterre, impératrice des Indes, a signé un papier, et l'Angleterre a aussitôt acquis une *colonie* aussi étendue que la Cochinchine française. Le territoire de la nouvelle possession anglaise *du nord de* Bornéo a, en effet, une superficie d'environ 60 000 kilomètres carrés. Il est traversé par une chaîne de montagnes de 1500 à 1800 mètres de hauteur avec des sommets de 4000 mètres, *et les brises* qui en descendent rafraîchissent la température de ce paradis équatorial. Il serait difficile, du reste, de trouver entre les cercles polaires un coin de notre planète qui n'ait pas été pour ses explorateurs le plus beau, le plus riche pays du monde. Ainsi, il est bien entendu que le North British Bornéo est admirablement partagé sous tous les rapports — quoiqu'il ne vaille pas l'Égypte. — Nous ne connaissons pas encore la richesse de ses mines, mais on y voit des forêts et des plaines où on récoltera le caoutchouc, la gomme, le café, le thé, le quinquina, l'indigo, le tabac, le coton, le sucre, le poivre, sans compter le riz. Quand il y aura des bras, on n'aura qu'à faire des routes et des sanitarium. Jusqu'à présent, on utilise quelques rivières pour pénétrer dans l'intérieur, et, parmi elles, le Kinabatangan (Sagaliud), qu'explorait récemment notre compatriote le docteur Montano ; enfin la côte présente plusieurs ports excellents, et les établissements des baies de Kudat et de Sandakan sont destinés, grâce à leur position entre l'Indo-Chine et l'Australie, à être le centre commercial le plus important dans ces parages. La population, composée de Malais et de Chinois sur les côtes et de diverses tribus à l'intérieur, est évaluée à 150 000 habitants, soit cinq hommes par deux kilomètres carrés. On voit qu'il y a place ici pour une immense immigration, et nous ne serions pas étonnés si — tout d'abord — les Anglais y introduisaient 100 000 Chinois, quitte à s'arrêter là

et même à les expulser complètement lorsque le courant européen se sera établi. Depuis six mois, il arrive en moyenne 63 immigrants par jour dans la baie de Sandakan, et Élopura, principal établissement de cette baie, compte déjà vingt-cinq maisons de commerce anglaises. Nous n'en avons pas autant à Saïgon, que nous occupons depuis plus de vingt ans. Autre organisation maritime et coloniale, autres résultats.

A la fin de l'année dernière, le R. W.-G. Lawes et son collègue le R. J. Chalmers ont fait quelques excursions aux environs du port Moresby (Nouvelle-Guinée). Depuis l'établissement des missionnaires au port Moresby, la population, autrefois tribu de pirates, serait devenue honnête, et le port de Moresby, le plus sûr de la côte à tous les points de vue.

Les R. R. Lawes et Chalmers ont aussi essayé d'aller assainir les districts de Maiva et de Kevori au sud-est du cap Possession. Les femmes seront assez belles s'ils parviennent à les faire renoncer à leurs affreux tatouages. La population est d'ailleurs d'humeur pacifique; le sol fertile produit du sagou. M. Laws a fait une reconnaissance de la rivière Aroé, jusqu'à 15 milles de son embouchure, et il a remarqué, dans les bois qui couvrent ses rives, le nombre considérable de beaux oiseaux, parmi lesquels il cite le pigeon Gounra.

Des pigeons d'une autre espèce auraient été transportés à la colonie du cap Breton, dans une île voisine, la Nouvelle-Irlande. Il est toutefois prudent de ne pas trop se fier à de vagues renseignements. Les entreprises nouvelles, et surtout celles qui sont dues à l'initiative privée, sont en butte chez nous à bien des attaques que le journalisme répète sans avoir le temps d'en rechercher les causes et d'en apprécier la justice, et telle administration qui a d'abord traité un homme de forban est plus tard obligée de faire amende honorable.

Avant de quitter l'Océanie nous rappellerons que, chargé d'une mission scientifique par le ministère de l'instruction publique, M. Marche était parti dans le courant de 1879 pour la presqu'île de Malacca. Il visita d'abord Poulo pinang, la province de Wellesley et celle de Perak (péninsule Malaise) et se rendit ensuite à Manille où il arriva à la fin de décembre 1879. Après avoir parcouru pendant un an et demi les différentes provinces de l'île de Luçon et quelques-unes des petites îles voisines, M. Marche est rentré en France en rapportant d'importantes collections anthropologiques, ethnographiques et zoologiques exposées en partie à l'hôtel de la Société de géographie. Ces collections comprennent deux cents crânes ou squelettes et environ quatre cents objets tels que vases, plats, assiettes en terre et en porcelaine émaillée et craquelée de provenance chinoise ou japonaise, des bijoux, des ornements de différente nature : bracelets en or d'un travail fin et délicat, en cuir et en écaille, des armes, des urnes funéraires et jusqu'à des cercueils; enfin un millier d'oiseaux appartenant à environ 300 espèces dont quelques-unes nouvelles, des mammifères, poissons, reptiles, insectes et coquillages. Ajoutons que M. Marche est revenu en bonne santé d'un voyage qui a offert beaucoup plus de difficultés qu'il veut bien le dire, et qu'à l'époque du tremblement de terre de Manille il s'est vaillamment comporté.

L'Amérique ne nous fournit pas cette fois de nouvelles géographiques à proprement parler. De simples indications sur les projets de quelques explorateurs et les déplacements de nos missionnaires : Charnay au Yucatan, Pinart à Panama, Crevaux en Bolivie, etc., seraient moins à leur place ici que dans nos *faits géographiques*; nous passerons donc de suite aux régions polaires.

Un télégramme expédié le 5 mai d'Irkoutsk a confirmé la navrante nouvelle de la mort de M. de Long, commandant de la *Jeannette*, et des hommes qui l'accompagnaient. Le froid et la faim ont enlevé ces vaillants marins qui avaient résisté à tant de souffrances depuis le 12 juin 1881, et nous ne pourrons qu'honorer la mémoire de ces martyrs du devoir et de la science. A peine osons-nous rappeler qu'on est encore sans nouvelle du lieutenant Chipp et de l'équipage de la troisième embarcation.

Les expéditions envoyées par terre à la recherche de M. de Long ont successivement découvert les huttes qu'il construisait à mesure qu'il remontait la Léna : tous les papiers de l'expédition ont donc été retrouvés. Ceux qui ont été publiés jusqu'à présent n'ajoutent pas grand'chose à ce que nous avons dit dans notre précédente Revue; il convient pourtant de rectifier quelques chiffres et quelques faits.

Ainsi c'est le 12 juin 1881 que la *Jeannette* fut brisée par les glaces et coula par 77° 15' Nord et 152° 40' à l'est de Paris (1). L'île Bennett, découverte par les naufragés le 29 juillet, est située par 76° 38' nord et 148° 20' est.

Les trois embarcations, sur lesquelles se sauvèrent les trente-trois hommes d'équipage de la *Jeannette*, atteignirent le 10 septembre les îles Simontki, à environ 80 milles du delta de la Léna. Elles quittèrent ces îles le 12 septembre, et, dans la nuit même, furent séparées par un coup de vent du nord est.

On se rappelle que l'embarcation commandée par le mécanicien Melville (en remplacement du lieutenant Dauenhauer malade, et aujourd'hui en route pour Saint-Pétersbourg), aborda le 17 septembre à l'embouchure orientale de la Léna, près du village Balonenga ou Bouloun.

L'embarcation montée par le commandant de Long était arrivée la veille (16 septembre) dans la partie occidentale du delta de la Léna. Après avoir abandonné son embarcation, il s'avança d'une douzaine de milles dans la direction du nord-est; la fatigue était telle qu'on mit quarante-huit heures pour les franchir. M. de Long estimait se trouver près de Tcholbogoje. On construisit ici deux huttes et on s'y arrêta du 19 au 24 septembre pour laisser reprendre des forces à trois hommes malades. Le 24, on laissa dans les huttes tous les papiers, effets, etc., qui pouvaient gêner la marche et, n'ayant que pour quatre jours de vivres on s'avança vers le sud; si le gibier venait à manquer, on était perdu.

(1) Soit à 140 milles environ dans le nord-est de l'île de la Nouvelle-Sibérie.

Le 28 septembre, M. de Long traversa la Léna sur la glace et continua sa route sur la rive droite du fleuve, laissant de temps en temps de ses nouvelles dans des huttes. Le 7 octobre, un de ses hommes, Erickson, succomba. Le 9, la malheureuse troupe n'avait plus de vivres. M. de Long se résolut alors à envoyer en avant les deux matelots Niederman et Noros pour demander du secours. — 190 kilomètres les séparaient de Bouloun. — Ils partirent sans provision, marchèrent pendant quinze jours, mangeant on ne sait quoi, et furent recueillis mourants par des indigènes qui les conduisirent à Bouloun où ils arrivèrent le 27 octobre et trouvèrent Melville.

Melville et ses compagnons parcoururent le pays pendant quinze jours pour retrouver leur chef; puis le manque de ressources leur fit abandonner les recherches, et ils descendirent la Léna jusqu'au poste d'Irkoutsk... de Long était perdu. Lorsque Melville reprit, en mars 1882, les recherches dont le triste résultat est connu, on ne pouvait plus espérer que de retrouver les restes de M. de Long et de ses dix compagnons.

Plus heureux dans son infortune que son compatriote, M. Berry, commandant du *Rodgers* (1), a pu se sauver avec son équipage. Ils se trouvent actuellement à Tepkinet y attendent des secours qui ne peuvent manquer d'arriver à temps.

Un autre bâtiment, anglais celui-ci, qui se trouve peut-être dans une situation critique, c'est l'*Eira*, commandée par M. Leigh Smith, explorateur de la terre François-Joseph. A ce propos, le gouvernement anglais, invité à entreprendre des recherches, a déclaré n'être pas tenu de faire des dépenses pour rechercher les personnes qui, de leur propre initiative, se lancent dans de périlleuses aventures. Toutefois, considérant les grands services rendus à la science géographique par M. Leigh Smith, un crédit de 125000 francs a été demandé au parlement, et cette somme ajoutée au produit d'une souscription publique permettra d'envoyer une expédition privée à la recherche de l'*Eira*.

La place nous fait défaut pour rendre compte des mesures prises actuellement dans tous les pays en vue de l'observation du passage de Vénus, et de l'envoi des missions météorologiques et magnétiques circumpolaires. En attendant que nous puissions le faire, terminons par les renseignements suivants extraits du rapport de voyage de M. Greely, chef de la station américaine circumpolaire de la baie Lady-Franklin.

Le lieutenant Greely quittait les États-Unis au commencement de juillet. Son expédition, qui se composait de vingt-quatre personnes, relâcha en divers points de la côte occidentale du Groenland : Godhaven, Ritembenk et Upernavick où elle compléta ses approvisionnements. Quittant ce dernier port le 29 juillet, la mission atteignit les îles Carey le 31 et visita les différents cairns de Allen Young et de G. Nares. Le temps se maintenant au beau, la mission doubla le 3 août le cap Sabine, visita les dépôts de l'île Washington Irving, franchit le canal Kennedy et entra dans la baie de Lady-Franklin où, après la plus heureuse navigation connue dans ces parages, elle se trouva pour la première fois — arrêtée par les glaces à huit milles seulement de sa destination !

(1) Voir dans la *Revue* du 11 mars le résumé de la première campagne du *Rodgers* à la recherche de la *Jeannette*. Ce bâtiment a été récemment détruit par un incendie.

Si près de toucher au port et en être séparé, puis éloigné, est un de ces désagréments auxquels plus d'une des missions circumpolaires doit s'attendre. Dès le 7 août, les glaces poussaient l'expédition hors de la baie Franklin, et, du 8 au 10, les vents du nord l'entraînèrent de quarante-cinq milles au sud dans le canal Kennedy. Heureusement, le 10, le vent, passant au sud-ouest et dissipant les glaces, ouvrit la route de la baie Franklin à l'expédition qui mouillait le 11 août 1881 au port Discovery.

C'est là que M. Greely choisit un emplacement convenable pour établir sa station à laquelle il a donné le nom de Fort Conger en l'honneur du sénateur du Michigan. Dès le 15 août le déchargement du navire était terminé et la construction du poste était déjà fort avancée. En somme, l'installation du premier observatoire circumpolaire, de celui qui sera le plus rapproché du pôle (81°40' de latitude nord), s'est effectuée rapidement et dans de bonnes conditions : c'est un succès qui sera suivi, espérons-le, de beaucoup d'autres.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 8 MAI 1882.

NOMINATIONS. — M. *de Freycinet* est élu membre libre en remplacement de M. *Bussy*.

MATHÉMATIQUES ET ASTRONOMIE. — M. *Darboux* : Sur la représentation sphérique des surfaces.

— M. *Bouquet de la Grye* : Sur les marées de l'île Campbell.

— M. *Gouy* : Remarques sur la vitesse de la lumière, à l'occasion de deux mémoires de lord Rayleigh.

PHYSIQUE. — MM. *Jamin* et *Maneuvrier* donnent quelques indications sur les effets produits dans le vide par le courant des machines Gramme.

Les machines Gramme participent à la fois des piles et de la bobine, tout en offrant des caractères spéciaux; elles donnent deux courants alternativement contraires, mais ils sont égaux, durent le même temps, ne sont séparés que par un court intervalle de temps et transportent, à cause de leur durée, une grande somme d'électricité. En résumé, les effets seront ceux des piles avec une aggravation due à l'énorme tension, et ceux de la bobine avec l'aggravation qui résultera d'une plus grande quantité d'électricité. Dans le vide imparfait des machines pneumatiques, les résultats ont été très curieux. Lorsque le vide atteignit environ 12 millimètres, la lumière commença à jaillir d'elle-même, non point sous forme d'arc très lumineux, resserré entre les pointes, mais partant de tous les points des charbons, sous l'aspect ordinaire des effluves dans les tubes de Geissler; chacun d'eux montrait, à la fois, les apparences qui caractérisent les deux pôles avec la bobine, c'est-à-dire l'auréole bleue enveloppant la surface des deux cylindres, ce qui appartient au pôle né-

gatif et au delà la lueur stratifiée plus pâle due au pôle positif. Elle s'élançait normalement au contour des charbons et tout le ballon s'emplissait de lumière. L'expérience est une des plus belles qu'on puisse voir.

Ainsi les deux courants contribuent pour une égale part à la production du phénomène qui est celui des tubes de Geissler, mais qui prend un éclat incomparable, à cause de la quantité considérable d'électricité. En effet, les charbons s'échauffent, rougissent et arrivent au blanc pâle, non pas seulement à leur extrémité, mais dans toute leur longueur. Le ballon se remplit d'un gaz bleu, assez analogue à la vapeur d'iode, qui se fonce de plus en plus jusqu'à l'indigo. Après quoi ces vapeurs se condensent sur les parois qui deviennent opaques. Le dépôt recueilli ressemble à du charbon très divisé et se dissout avec effervescence et incandescence dans l'acide azotique.

— M. *Ledieu* a décrit précédemment un préventeur d'incendie ou pyroscope dont il a depuis remplacé l'agencement par un dispositif plus économique.

— M. *Crafts* a déterminé la dépression du point zéro dans les thermomètres à mercure. D'après cet auteur, il faut mesurer la dépression produite par le réchauffement et l'élévation permanente du zéro, qui peut avoir lieu en même temps que la dépression. Quand on chauffe à des températures très élevées et prolongées, on produit des dépressions qui ne disparaissent pas. Le relèvement total après une dépression du zéro s'achève plus rapidement à de hautes températures. Ainsi des thermomètres chauffés pendant vingt-quatre heures à 306° furent maintenus à 218°, jusqu'à ce que la position du zéro fût devenue constante. Il a fallu pour cela quatre jours; ensuite on a fait relever le zéro déprimé en chauffant pendant dix-huit jours à 100°. Au contraire, il faut de six mois à deux ans pour le relèvement total du zéro déprimé à 100° quand on laisse le thermomètre à la température ordinaire. Plus l'intervalle est grand entre la température qui a produit une dépression et celle à laquelle on maintient le thermomètre pour accomplir le relèvement, plus le mouvement est lent; il peut être incomplet si l'intervalle dépasse notablement 100°.

— M. *Bouty* expose les principaux résultats de la méthode qu'il a imaginée pour mesurer la polarisation des électrodes et la conductibilité électrique des liquides. Il est arrivé à constater pour des mélanges de liquides :

1° Que la conductibilité du liquide demeure constante malgré la variété des réactions électrolytiques dont les électrodes peuvent devenir le siège;

2° Que cette conductibilité est toujours très supérieure à celle que posséderait individuellement la dissolution de l'un quelconque des éléments du mélange au degré de dilution où il existe dans la liqueur; que, par suite, les molécules de chacun des sels mêlés prennent part au transport de l'électricité, alors même qu'un seul des métaux se dépose à l'électrode négative;

3° Que la polarisation de l'électrode positive est en général négligeable;

4° Que la polarisation de l'électrode négative, très faible pour les courants de médiocre densité, tend, pour chaque mélange, vers une limite déterminée;

5° Que la réaction électrolytique qui apparaît aux électrodes pour de faibles densités du courant absorbe toujours moins de chaleur que celles qui lui succèdent pour des densités plus fortes.

— M. *de Lalagade* a pu constater, à l'aide d'une disposition spéciale, l'action de l'électricité atmosphérique sur l'aiguille aimantée. Au bout d'une tige d'acier aimantée, il disposa une mince membrane de fer, montée de la même manière que celle du téléphone. Toute variation magnétique de la longue tige d'acier influençait directement la plaque de fer et lui faisait rendre un son. M. de Lalagade s'est assuré que, pendant les orages de ces jours derniers, à chaque éclair correspondait un bruit sec dans la plaque téléphonique; avant les éclairs, on entendait un bruissement suivi du claquement caractéristique qui accompagne l'éclair. Ainsi la foudre, même éloignée, a une action sur l'aiguille aimantée; mais cette influence est trop faible ou trop rapide pour être indiquée par l'aiguille des boussoles.

— M. *Éloy* donne quelques indications sur une ascension aérostatique, exécutée à Paris le 7 mai 1882.

CHIMIE. MM. *Hautefeuille* et *Chapuis* ont essayé de déterminer la composition chimique et l'équivalent en volume de l'acide pernitrique. La difficulté de cette détermination est assez grande, car on ne peut pas isoler cet acide, et on n'obtient que quelques cristaux extrêmement volatils, en mélangeant à 23° un mélange d'azote, d'oxygène et d'ozone, chargés de vapeurs pernitriques. Cet acide a été analysé par la mesure de la quantité absorbée à l'état gazeux par l'acide sulfurique concentré. On attribue, dans cette expérience, à l'aide pernitrique la composition des gaz absorbés par l'acide sulfurique, ce qui est probable, d'après d'autres expériences faites sur l'anhydride hypoazotique et l'acide nitrique. La formule trouvée ainsi revient à deux volumes d'azote pour six volumes d'oxygène : AzO^6 $(O=8)$. L'équivalent en volume peut aussi se déduire de la contraction qui accompagne la formation de cet acide aux dépens d'un mélange d'azote et d'oxygène. Or, par cette nouvelle méthode, on trouve la formule AzO^6, se contractant pour former quatre volumes.

— M. *Ditte* a étudié l'action de la potasse sur l'oxyde de plomb. La solubilité de cet oxyde hydraté dans la liqueur alcaline tient à des combinaisons et à des compositions qui sont en rapport avec les lois de la mécanique chimique.

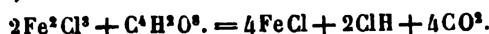
— M. *Carnot* indique un procédé pour le dosage du chrome, non plus, comme l'indiquent les méthodes classiques, à l'état de chromate ou de baryte, mais à l'état de phosphate.

Si l'on soumet à l'ébullition une dissolution d'un sel de chrome faiblement acidifiée, à laquelle on a ajouté un phosphate alcalin et de l'acétate de soude, la totalité du chrome se dépose à l'état de phosphate.

Il convient également bien pour les chromates alcalins; mais, dans ce cas, l'action de l'acide phosphorique doit être combinée avec celle de l'hyposulfite de soude, qui agit dans la liqueur acide comme réducteur énergique. La dissolution de chromate, à laquelle on a ajouté une suffisante quantité d'acide phosphorique ou de phosphate, puis de l'acétate et enfin de l'hyposulfite de soude, et que l'on a rendue légèrement acide, est soumise à l'ébullition pendant une heure environ; elle laisse déposer tout le chrome réduit à l'état de phosphate. Le phosphate qui s'est précipité est un hydrate vert répondant à la formule $PhO^5Cr^2O^3+6HO$, lorsqu'il a été séché à 100°. Il peut être lavé avec de l'eau bouillante, dans laquelle il est à peu près insoluble, ou mieux encore, avec des solutions chaudes d'acétate et ensuite d'azotate d'ammoniaque qui le débarrassent successivement des sels alcalins et de l'acide organique. Par calcination, il devient

gris, et sa composition est alors exprimée par la formule $PhO^5Cr^2O^3$.

— M. *Jodin* étudie la réaction photochimique du peroxalate de fer, obtenue en mélangeant une solution de perchlorure de fer et d'acide oxalique. Cette solution est décomposée lumière, conformément à la forme :



$$2Fe^2Cl^3 + C^4H^2O^8 = 4FeCl + 2ClH + 4CO^2.$$

La sensibilité de la solution varie avec sa composition : les solutions les plus sensibles paraissent être les moins concentrées (1/2 équivalent de perchlorure et 1/2 équivalent d'acide oxalique).

— M. *Colson* a obtenu divers composés du silicium et du carbone. Un corps répondant à la formule : SiC^2 ; un autre répondant à la formule : $nSi^2C^3O^2$. Au rouge, l'action prolongée de l'oxygène enlève peu à peu l'excès de carbone.

Si l'on opère en présence du fer, on obtient, en prolongeant la durée de l'opération, un corps cristallisé dont la formule est : Fe^6Si^2C. Ce composé ne se produit que si la température est très forte et très prolongée.

— MM. *Rosenstiehl* et *Gerber* ont repris, dans leur ensemble, l'étude des rosanilines. Ils ont obtenu six isomères de la rosaniline par différentes réactions chimiques.

En envisageant dans leur ensemble les propriétés de ces différents corps, on remarque que les différences entre deux termes consécutifs sont très faibles ; elles ne s'accentuent que quand on compare les extrêmes. D'une manière générale, à mesure que la molécule se complique, le chlorhydrate devient plus soluble dans l'eau, cristallise plus difficilement, teint la laine en violet rouge qui se rapproche de plus en plus du violet ; la base devient plus soluble dans l'éther, le point d'ébullition du carbone s'élève ; en même temps, les substitutions se font de plus en plus difficilement. L'action de l'aniline, qui pour les premiers termes produit les matières colorantes bleues, devient moins marquée ; la quantité d'ammoniaque dégagée diminue, et les matières colorantes obtenues ne teignent plus qu'en violet bleu.

— M. *Ricciardi* a analysé la cendre lancée par le Vésuve et lui a trouvé à peu près la composition suivante :

Silice	42
Alumine	10
Chaux	9
Potasse	6
Oxyde de fer	9
Acide phosphorique	2, etc.

— MM. *Robinet* et *Pellet* contredisent les opinions de M. *Girard,* relative à l'action antiseptique de l'acide salicylique. Leurs expériences faites sur des moûts de diverses provenances leur permettent de conclure : 1° que l'acide salicylique à la dose de 0gr,5 par litre est un antiseptique puissant ; 2° qu'à la dose de 1 gramme il détruit l'action de la levure ; 3° qu'à la dose de 0gr,30 il retarde considérablement la fermentation des moûts sucrés ; 4° qu'à la dose de 0gr,2 il empêche la fermentation de se produire au sein d'un vin dans lequel on a ajouté du sucre. Enfin qu'il y a lieu de penser qu'à des doses moindres, ajoutées surtout à des produits déjà alcooliques et moins fermentescibles que les moûts de raisin, l'acide salicylique est un agent antiseptique très efficace, ainsi que cela a été constaté par la pratique depuis quelques années sur les vins, les bières, etc.

Histoire des sciences. — M. *Dupuy de Lome* lit un rapport sur une commission nommée à l'effet d'examiner le mémoire de M. *Serre* sur la reconstitution de la trière athénienne.

Physiologie. — M. *Dumas* lit un rapport sur un mémoire de M. *Béchamp,* relatif aux matières albuminoïdes.

D'après M. Béchamp, le blanc d'œuf renferme au moins trois matières : l'une, précipitable par le sous-acétate de plomb ; la deuxième, par le sous-acétate de plomb ammoniacal ; la troisième, qui n'est pas coagulable par la chaleur, qui est soluble dans l'eau, est insoluble dans l'alcool, au moyen duquel on la sépare de ses dissolutions aqueuses.

Les deux premières de ces substances offrent les caractères généraux des matières albuminoïdes ; la troisième appartient à la catégorie des ferments et fluidifie l'amidon. Les pouvoirs rotatoires de ces trois produits sont respectivement 34°, 52°, 78°, et l'auteur étudie les composés qu'ils forment en agissant à la manière des bases avec l'acide acétique et l'acide chlorhydrique.

Le ferment découvert dans le blanc d'œuf explique quelques-uns des phénomènes qui se passent pendant l'incubation.

M. Béchamp a aussi étudié l'action de la fibrine sur l'eau oxygénée, et montre que c'est dans le résidu de cette fibrine, non soluble dans l'acide chlorhydrique, que réside la force qui agit sur l'eau oxygénée. Enfin M. Béchamp a montré que toutes les matières albuminoïdes traitées par le permanganate de potasse donnent de l'urée.

— M. *Brown-Sequard* indique quelques-uns des résultats que lui ont fournis les importantes recherches ayant pour objets le mécanisme des mouvements volontaires. De ses nombreuses expériences, il déduit les conclusions suivantes : 1° il faut considérer comme ayant perdu toute valeur l'une des bases principales sur lesquelles sont fondées et la doctrine des centres psychomoteurs et la théorie généralement admise à l'égard des relations entre un côté de l'encéphale et le côté opposé du corps pour les mouvements volontaires et aussi pour les convulsions unilatérales ; 2° il faut admettre que la zone excito-motrice de la surface cérébrale, ainsi que toutes les parties excitables de l'encéphale, sont capables de mettre en mouvement les membres du côté correspondant, comme ceux du côté opposé, et qu'elles peuvent produire ces effets après la section transversale d'une moitié latérale du pont de Varole, du bulbe ou de la moelle cervicale, ou même après deux sections, l'une de la moitié droite, l'autre de la moitié gauche de la base de l'encéphale, à la condition qu'un certain intervalle existe entre ces deux sections.

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris. — Aujourd'hui 20 mai, à deux heures, dans la salle des examens, M. *Joannis* soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Recherches thermiques sur les combinaisons du cyanogène avec les métaux.

— Le mardi 23 mai, à deux heures, dans la salle des examens (escalier 2, au 2e), M. Simart soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : Commentaires sur deux mémoires de Riemann relatifs à la théorie générale des fonctions et au principe de Dirichlet.

Le gérant : Félix Alcan.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [836]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS ; MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 21 27 MAI 1882

Paris, le 26 mai 1882.

Nous avons, à plusieurs reprises, attiré l'attention de nos lecteurs sur le projet connu sous le nom de *projet de M. Roudaire,* et qui consiste dans le percement du seuil de Gabès et l'établissement d'une mer intérieure dans les grands chotts tunisiens et algériens. On sait qu'une commission a été nommée par le gouvernement pour approfondir les voies et moyens qui permettront de réaliser ce gigantesque travail.

A l'Académie des sciences, dans la dernière séance, comme dans la séance précédente, on a discuté certains éléments du problème. Il ne faut pas s'étonner que la discussion soit passionnée, car ce projet audacieux intéresse grandement notre colonie méditerranéenne.

C'est M. Cosson qui fait au projet de M. Roudaire l'opposition la plus vive. Pour lui, la création d'une mer intérieure ne serait d'aucune utilité à aucun point de vue, et même elle ne pourrait avoir que des désavantages.

M. de Lesseps a réfuté, avec une très grande précision, les principales assertions de M. Cosson. On peut considérer comme démontré, d'abord, que le travail du percement du seuil de Gabès est possible, et que le prix maximum auquel il reviendra sera de soixante-quinze millions, chiffre évidemment considérable, mais qui n'est pas disproportionné avec les avantages qui en résulteront.

En second lieu, le voisinage de la mer n'est pas nuisible à la culture du palmier. Les grandes forêts de dattiers qui croissent autour du lac Mensaleh fournissent les meilleures dattes de l'Égypte. Enfin les émanations de l'eau de mer ne sont jamais insalubres, comme cela a été bien prouvé par M. d'Abbadie.

Quant aux points de vue politique, militaire, commercial, il n'est pas douteux que le grand golfe navigable qui permettra aux navires d'aborder au centre de l'Algérie aura de très grands avantages qu'il serait inutile de rappeler.

M. Cosson a dit, entre autres choses, que le commerce des esclaves serait rendu plus difficile, et, partant, que le passage des caravanes serait diminué. Mais cette objection qu'a formulée l'honorable académicien nous paraît être plutôt un argument en faveur du projet de M. Roudaire.

D'autres grands travaux ont été accomplis ou sont sur le point de l'être. On a commencé le percement de l'isthme de Corinthe, ce qui entraînera une diminution notable dans la durée du trajet de l'Italie et de l'Adriatique vers la partie orientale de la Méditerranée. On pourra ainsi, en passant par Brindisi et Corinthe, se rendre à Athènes en ne faisant qu'une très courte navigation. De même pour Smyrne et Constantinople. En tout état de cause, le percement de l'isthme de Corinthe sera un travail moins essentiel sans doute que le percement de l'isthme de Suez, mais qui profitera beaucoup au commerce pour la Grèce et l'Asie Mineure.

On a aussi inauguré le percement du Saint-Gothard. Le commerce allemand en retirera sans doute quelque bénéfice. Mais si, comme nous l'espérons, on se décide à tenter le percement du Simplon, nous pourrons ainsi créer une voie plus courte aux marchandises qui vont de l'Orient aux régions septentrionales et occidentales de l'Europe.

En même temps que le percement du Simplon, il faudra donner à notre port de Dunkerque, dont l'importance croît chaque jour, un développement considérable qui lui permettra de lutter avec Anvers.

TRAVAUX PUBLICS

SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE COMMERCIALE

CONFÉRENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE

Paris port de mer.

Mesdames et messieurs,

Le sujet que je vais traiter devant vous présente des aspects multiples; l'arrivée des navires à Paris par une voie maritime de niveau avec la Manche appelle un examen technique sur la possibilité même de cette création. On peut, d'un autre côté, chercher quel sera le mouvement commercial provoqué par l'ouverture de ce nouveau port, peser l'influence de cette œuvre sur la défense du pays, noter les avantages matériels ou moraux qui en découleront, et enfin, comparant la somme des profits tangibles à la dépense, répondre par oui ou non à la demande faite suivant la formule américaine : *cela payera-t-il?* Ce sont de grosses questions, et une réponse affirmative ne doit point être formulée légèrement; je n'ai point hésité à la donner telle, parce que j'avais longuement étudié le projet sous ses diverses faces et que l'approbation d'ingénieurs éminents le sanctionnait.

Devant la Société des ingénieurs civils, j'ai développé la possibilité technique; le mémoire publié, que quelques-uns d'entre vous ont entre les mains, ne montre guère que cette face, il est vrai, la plus importante de la question. Devant vous, messieurs, le titre de la Société m'en fait presque un devoir; je me bornerai aux grandes lignes de ce projet, qui doit amener la mer très près de Paris; mais je donnerai les raisons qui rendent cette création absolument nécessaire; j'en ferai l'historique, car les premiers projets remontent assez loin, et j'en montrerai les conséquences.

I.

Si nous regardons une carte orographique de l'Europe, comme celle qui est exposée devant vous, nous voyons que quatre routes naturelles conduisent de l'Allemagne à la mer.

La première et la plus longue passe par la vallée de la Saône et du Rhône; elle descend à la Méditerranée.

La deuxième contourne avec la Loire le plateau central de l'Auvergne; elle rencontre l'Océan à la Rochelle ou à Saint-Nazaire.

La troisième route emprunte le bassin parisien jusqu'au Havre et à la Manche.

Enfin, comme quatrième issue, l'Allemagne touche à la mer du Nord par les ports de Hambourg, de Rotterdam et d'Anvers.

Les trois premières routes, ou, pour mieux dire, les vallées qui les dessinent, servirent d'abord aux émigrations et aux invasions; puis le commerce régulier les emprunta; des bateaux descendirent ou remontèrent le cours des rivières qui les arrosent, des canaux; puis, en dernier lieu, des voies ferrées les sillonnèrent; mais, en somme, comme l'orographie d'un pays ne se modifie pas au gré des hommes, que les villes importantes sont toujours *là où est le fleuve,* le système général des communications dont nous parlons restera toujours tel que la nature l'a dessiné.

Entre toutes ces routes, quelle était celle prise, il y a cinquante ans, par le commerce de transit qui se faisait entre l'Allemagne et les deux Amériques : la voie du bassin parisien. Le roulage alsacien avait ses lignes d'étapes aboutissant à Paris, qui offrait au passage des échanges et un marché étendu; puis venait le Havre avec ses départs réguliers de bateaux à voiles.

Les dérivations de ce commerce du côté de Rotterdam ou d'Anvers étaient faibles, et les villes libres mouraient faute d'aliment.

Les canaux régularisèrent cette communication et les chemins de fer la développèrent tout d'abord grandement; mais bientôt vint une guerre de tarifs, puis la création d'Anvers, ou, pour mieux dire, l'extension préméditée de ces bassins que tous nous avons été admirer.

Un afflux considérable d'Allemands suivit cette extension, et aujourd'hui il ne reste rien en France de ce commerce de transit que nous considérions presque comme un héritage, et qui, comme un fleuve charriant de l'or, en laissait des paillettes sur son parcours. Aujourd'hui, les ballots de coton souvent encore débarqués et vendus au Havre, qui est place maritime, se rembarquent à destination des ports belges ou allemands. Les longues files d'émigrants, fret de retour recherché, se sont écartées de la France, et le moment est arrivé où Anvers, grâce à ses économies et à l'esprit d'entreprise de ses négociants, offre des frets réduits aux Ardennais, fait appel aux intérêts des manufacturiers du pays que nous appelons encore notre chère Alsace, et enfin prend les marchandises de la Lorraine, coupant, pour ainsi dire, derrière nous toute communication avec l'Europe centrale.

Telle est actuellement la situation; chacun en pèse la gravité.

On peut mettre ce fait de détournement de tarif en pleine lumière en traçant des cartes de ce que j'ai appelé la possibilité commerciale ou le bassin commercial des ports. Ceci revient, par exemple, à décider quelle est la voie que Nancy doit prendre pour recevoir les produits coloniaux; cette ville appartient-elle au bassin du Havre, à celui de Saint-Nazaire ou d'Anvers?

Si l'on veut faire ces tracés commerciaux en consultant des négociants, les solutions dépendent de la nature de la marchandise, varient quelquefois d'une année à l'autre; mais comme le problème, tout en étant compliqué, ne dépend aucunement du hasard, on peut établir certaines moyennes et vérifier ensuite que les lignes tracées séparent assez bien les intérêts de chacun des ports. Comme cette question me paraît de nature à intéresser la Société de géographie commerciale, j'indiquerai comment j'étais arrivé à tracer de pareilles lignes séparatives à l'occasion de la construction du nouveau port de la Rochelle.

J'avais tout d'abord demandé à plusieurs armateurs les

prix des frets pour des distances proches et éloignées ; puis, recueillant des renseignements sur les sommes diverses dont chaque tonne de marchandise était grevée à son arrivée et à son départ par les taxes locales, les frais d'assurance, de pilotage, de feux et de droit de quai à l'étranger, je vis que, indépendamment de ces chiffres, il existait un coefficient qui les modifiait et qui répondait assez bien à l'importance du port que l'on avait en vue.

Les divergences sans l'introduction de ce coefficient atteignaient souvent 30 pour 100 du prix du fret.

Ainsi un petit port demandant un tonnage important, 1000 tonneaux, par exemple, payait-il généralement plus cher qu'un grand port situé à la même distance. La raison était simple : un voyage consistant en un aller et un retour, si ce retour se fait sur lest, la marchandise à l'aller doit payer une surprime. Je fis donc intervenir ce coefficient pour chaque port, et grâce à cette modification du prix général, je reconnus que le fret pour chaque mille parcouru en mer conservait à peu près une valeur identique, qui était de 1 centime.

Dans une publication récente, faite par un homme très compétent, M. Verstraët, et ayant pour objet l'évaluation des profits probables du canal transgascon projeté par M. Duclerc, vous trouverez le chiffre de 1 1/2 centime par mille parcouru ; mais l'auteur n'a point tenu compte de ce coefficient de retour. Sa formule conduit néanmoins à des résultats différant peu des miens pour beaucoup de ports, car un certain nombre a un coefficient de retour identique.

Quoi qu'il en soit, ayant entre les mains un moyen de comparaison, je pouvais, en appliquant ce tarif général, dire, par exemple : une tonne de marchandise partant de New-York et ayant pour destination soit la Rochelle, soit le Havre, soit Anvers, revient dans chacun de ces ports à un prix déterminé ; ce prix, je le répète, peut varier suivant l'offre ou la demande, car il y a sur les frets des oscillations plus fortes que sur les valeurs les plus mobilières ; mais les variations peuvent être négligées pour le but que nous voulons atteindre, car nous n'avons d'autre objectif que de fixer de simples différences.

Pour arriver au tracé séparatif des bassins commerciaux, il suffit alors d'appliquer les tarifs moyens des canaux ou des chemins de fer, et de voir à quel prix arrive à Strasbourg, Nancy, Mulhouse, une tonne de marchandise, en passant par les ports que l'on a en vue, la ville étant comprise dans le bassin correspondant au prix minimum.

L'on a ainsi deux systèmes, celui des canaux et celui des voies ferrées pour chaque port expéditeur, et comme leur nombre est grand, on croirait tout d'abord ne pouvoir sortir de ce méandre de lignes croisées ; mais, en réalité, une séparation se fait du côté de la mer.

Si l'Océan est grand, les navires qui y cheminent et qui ont l'Europe pour destination ne suivent que deux routes principales.

Les porteurs qui viennent du Brésil, des pays au delà du cap Horn et de l'Afrique passent à petite distance du cap Finistère ; ceux qui viennent du Canada et des États-Unis coupent le méridien du cap Finistère à des points peu éloignés les uns des autres ; c'est donc à partir de ce cap Finistère espagnol, ou de son méridien que l'on peut prendre les distances ; le reste du chemin parcouru est commun à tous les ports européens comme prix principal et comme frais accessoires.

L'ensemble des cartes de bassins se réduit ainsi à quatre.

Messieurs, j'ai fait ce travail et j'ai reconnu alors, à mon grand étonnement, je dois le dire, que le commerce maritime de la Rochelle pouvait prendre un développement considérable, car en dehors des facilités nautiques de ce port, et elles étaient merveilleuses, les chemins de fer, et surtout le canal projeté de Niort à Saint-Amand, devaient lui assurer le commerce de l'est de la France, de la Suisse et même du haut Rhin. Ces vues se réalisent d'ailleurs aujourd'hui dans une proportion considérable, car le commerce de cette place, a plus que doublé depuis six ans, proportion qui n'a point été atteinte par notre concurrent le plus redoutable, Anvers. Mais, il faut le dire, cela tient en partie à un côté moral de la question, que nos économistes négligent toujours, au dévouement d'Alsaciens, restés patriotes, favorisant de leurs deniers la création de compagnies de navigation, dans le désir de continuer avec nos nationaux des relations commerciales.

En faisant ce travail de statistique commerciale, comme je retrouvais toujours Anvers à chaque bifurcation de chemin de fer, à chaque embranchement de canal, j'en étais à chercher comment l'on pourrait arriver à repousser dans le nord les limites d'un port qui pourrait envoyer ses ballots jusqu'à Colmar, lorsque, faisant les calculs pour Paris, en supposant, pure chimère, que des navires pouvaient y porter sans transbordement des marchandises, je vis que la lutte, impossible par le sud-ouest, devenait facile de ce nouveau côté.

Quelques chiffres sont utiles ici à consigner ; vous me permettrez de les donner en faisant remarquer qu'il ne s'agit ici que de nombres relatifs et de transports par canaux, dont quelques-uns sont encore à l'état de projet.

Le prix du transport d'une tonne de marchandise partant de New-York et arrivant à Strasbourg, viâ Anvers, est de 51 fr. 80 ; viâ Dunkerque, 57 fr. 30 ; viâ le Havre, 56 fr. 30 ; viâ Rouen, 58 francs ; et enfin viâ la Rochelle, 57 francs. Le prix est à peu près le même pour quatre de nos ports ; mais le cinquième, celui qui appartient à nos voisins, offre une différence en moins variant de 4 à 5 francs, ce qui, par canaux, correspond à un déplacement de la limite du bassin de 150 kilomètres environ.

Si Paris devenait une place maritime, le prix du fret entre Strasbourg et New-York par une voie améliorée descendrait à 48 fr. 70. La différence est cette fois en moins et elle correspond à un recul de la limite de possibilité d'Anvers de 103 kilomètres. Par les voies ferrées, en adoptant le tarif uniforme de 4 centimes par kilomètre, l'avantage reste encore à Paris ; mais il n'est plus que de 0 fr. 70.

On peut donc, au moyen de l'ouverture du port de Paris, lutter avec avantage à Strasbourg et nous ouvrir ainsi la route de l'Allemagne, qui nous est fermée par la différence précitée.

J'en étais là de mes calculs montrant à la fois le danger et un remède théorique, lorsque l'un de mes amis, que j'ai le plaisir de voir au milieu de vous, m'apporta un ensemble de documents les plus sérieux : c'était le recueil des plans originaux faits en 1825 par les ingénieurs les plus distingués de notre pays, en vue de créer un canal de grande navigation entre Paris et la mer.

Ce projet grandiose l'avait séduit, non comme tracé technique, mais en raison du but à atteindre; et il avait, en lisant les rapports signés des noms de Fresnel, Dupin, Prony, pour n'en citer que trois, en parcourant les journaux du temps, été enthousiasmé par leur confiance dans la réalisation de cette grande œuvre; elle ressortait à chaque ligne.

Messieurs, l'enthousiasme est communicatif, et je fus vite convaincu des conséquences qui pouvaient en résulter tant au point de vue matériel qu'au point de vue moral.

M. de la Roy, qu'il me permette de prononcer son nom, avait, en 1873, aidé de tous ses moyens M. le sénateur Krantz à faire aboutir son projet d'amélioration de la Seine; il fit pour cela des brochures, des conférences, colporta des pétitions, luttant énergiquement pour le bien de l'État, et cela avec d'autant plus de mérite, que ce triomphe ne donnait à ses désirs qu'une satisfaction bien incomplète.

M. de la Roy, comme nos ingénieurs de 1825, demandait l'arrivée des navires à Paris, et la loi qui fut votée contenait une promesse de rivière canalisée, admettant des navires de 3 mètres de tirant d'eau, sans mâts, obligés de s'arrêter neuf fois, et chaque fois une heure pour franchir neuf écluses.

L'étude que j'ai faite m'a montré qu'une solution, donnant toute satisfaction au commerce, pouvait être proposée, et comme cette solution est liée aux projets antérieurs, en ce sens que les critiques qui ont été faites m'ont indiqué les écueils que je devais éviter, je crois utile d'en faire l'historique.

II.

La question est si nationale, qu'à vrai dire sa réalisation a été l'objectif des hommes politiques et des ingénieurs depuis trois siècles.

Henri IV rêvait de voir les vaisseaux débarquer du *bled* sous les murs du Louvre. Louis XIII et Louis XIV, Colbert et Vauban ont eu aussi le même dessein. Les dangers du mascaret, les difficultés de la navigation de la basse Seine, leur firent songer un instant à abandonner le lit du fleuve pour mettre le port inférieur à Dieppe.

En 1760, M. Passement présenta un projet de navigation entre Paris et le Havre : il voulait assurer aux bateaux deux mètres de tirant d'eau, c'est-à-dire le double de la profondeur actuelle à l'étiage; en 1783, Lamblardie présenta un tracé de canal entre le Havre et Villequier. En 1786, le baron Cachin proposait un canal établi sur la rive gauche de la Seine; en 1796, MM. Forfait et Sganzin firent une étude complète de l'estuaire, dont les profils étaient imparfaitement connus. Sous le premier empire, Napoléon voulut aussi l'amélioration de la Seine : Paris, Rouen et le Havre ne devaient faire suivant lui qu'une ville et qu'un port; l'idée générale était bonne, mais aucun projet ne fut, à notre connaissance, dressé pour la réaliser.

Il faut arriver à 1825 pour retrouver, non seulement un désir exprimé par le roi et ses ministres, mais encore un plan discuté, adopté, arrivant à la veille de son exécution. Dès cette époque, l'expression de ce désir trouve sa formule : Paris port de mer; tout le monde se passionne pour cette œuvre; la tribune, les journaux, des publications spéciales initièrent à tous les détails de l'examen du projet.

Une compagnie s'était en effet formée dès la première heure, et elle avait confié le soin des études techniques aux ingénieurs les plus compétents.

Messieurs, j'ai dans mon bureau des atlas signés par MM. Fresnel, Dausse (ce dernier qui est membre correspondant de l'Institut vit encore), des rapports portant les noms de Cavenne, Prony, Ch. Dupin; tous étaient persuadés que l'on pourrait mener à bonne fin la construction d'un canal de 6 mètres de profondeur, composé de neuf biefs et côtoyant tantôt la rive droite, tantôt la rive gauche de la Seine. Ces études durèrent deux ans, coûtèrent 600 000 francs, au dire de la compagnie, car on avait criblé le parcours du canal de forages et le projet approuvé allait être mis à exécution lorsque survinrent les événements de 1830.

Les contre-projets ne manquèrent pas. M. Bérigny, *sans* avoir fait personnellement des études sur le terrain, présenta un tracé côtoyant aussi la Seine, tracé qui souleva les réclamations des promoteurs de l'*autre entreprise; il* élevait autel contre un autel. M. Frimot jugea qu'il y avait mieux à faire que de creuser un canal coûteux à côté du lit du fleuve lorsque le lit du fleuve ne se refusait point à une *canalisa*-tion.

Ceux qui voudront étudier cette question consulteront avec fruit les mémoires publiés de 1825 à 1829. Aujourd'hui que promoteurs de la rive gauche, de la rive droite et du fleuve sont morts, l'on peut sourire de ces querelles, suivies d'inimitiés passionnées, de ces injures (car on alla jusque-là), qu'un bibliothécaire soigneux conjugue dans une même reliure, et qui n'eurent d'autre résultat que d'arrêter quelque peu la marche de l'idée. Mais le germe avait été jeté au vent, l'esprit des Parisiens l'avait accepté et, en somme, de chacune de ces propositions naquit une notion plus exacte des difficultés à surmonter.

M. Frimot fit voir le danger de chercher à maintenir en aval de Vernon, où le calcaire était fendillé, le plafond du canal à une cote surélevée; il montra que la Seine était la voie rationnelle pour aller à la mer. La compagnie prouva que l'on ne trouverait point sur le parcours ces lits d'argile qui font le désespoir des entrepreneurs, tous enfin rendirent palpable cette vérité qu'une solution était possible.

Un long espace de temps sépare ces projets des suivants; entre les années 1830 et 1836 le pays n'est point tranquille, on fait beaucoup de politique, puis vient l'engouement pour les chemins de fer, qu'on a d'abord dédaignés, et les rivières et les canaux sont si bien oubliés, qu'on propose de mettre un chemin de fer dans celui créé par Riquet.

Le plan était ingénieux de la part des promoteurs du chemin de fer, qui supprimaient ainsi toute concurrence dans le présent et dans l'avenir.

Plus tard il se fit un réveil dans l'opinion publique, et parmi les noms qu'il faut citer figure celui de M. Le Barazer demandant l'amélioration de la Seine, au moyen de barrages. Il estimait que 3 mètres de profondeur à l'étiage seraient suffisants pour porter des navires de 350 tonneaux de jauge, et il proposait en même temps de faire construire une flotte spéciale, munie de mâts à bascule, s'abaissant sous les ponts pour se relever à la mer.

M. Le Barazer était si convaincu de la réussite de son projet, qu'il n'hésita point à faire construire à Bordeaux le petit navire précurseur, que nous avons tous vu amarré le long du quai des Tuileries; il l'emmena, je crois, en Chine. Il mourut avant d'avoir vu son rêve réalisé. Parmi les déceptions de cet inventeur, et il en eut beaucoup, une des plus inattendues fut l'injonction qu'il reçut à son premier passage à Rouen de faire mettre à terre une cargaison de 3000 cornes de bœuf, pour voir apposer sur chaque colis, après le pesage, un cachet et un plomb de la douane. Il réclama, mais en vain, perdit du temps, beaucoup d'argent; mais le règlement fut exécuté. Les administrateurs n'avaient pas prévu qu'un colis pouvait dépasser Rouen sans être transbordé.

Trois autres projets vont clore cette liste de conceptions non suivies d'exécution.

L'un est dû à M. Mainfroy (vous en trouverez l'analyse dans le dernier numéro de la *Revue maritime*), l'autre à MM. Aristide Dumont et Richard, le troisième à M. Manier.

Le projet de M. Mainfroy utilise seulement en partie le lit de la Seine, mais il n'abandonne point son bassin; il coupe les boucles qui gênent la direction rectiligne, adoptée par lui, comme un idéal à réaliser, et il réduit de 190 kilomètres, c'est-à-dire de près de moitié, la distance de 343 kilomètres qui séparent actuellement le Havre du pont d'Asnières.

Le canal de M. Mainfroy doit coûter, suivant son auteur, 250 millions; il comprend six biefs. Pour ne point oublier un détail important, le revenu estimatif qu'il doit produire est de 64 millions.

Le projet de MM. Aristide Dumont et Richard va aboutir à Dieppe; je crois le tracé bien étudié, parce que ses auteurs sont personnes de grand mérite, mais le canal proposé est un canal éclusé avec bief de partage, et la nature est réellement forcée lorsqu'on veut reporter au nord du Havre un terminus qu'elle a fixé au sud. M. Manier, lui, revient au fleuve, comme M. Mainfroy; il coupe aussi les boucles, les contreforts, mais du même coup enlève les plans d'eau, les barrages, les écluses, et, réalisant dans son esprit cet idéal que nous poursuivons, un port de niveau avec la Manche, un fjord colossal, il y appelle le commerce du monde.

Messieurs, cette conception est celle d'un poète, et M. Manier dit lui-même qu'il n'est pas ingénieur; mais elle est en même temps celle d'un patriote, et M. Manier, qui habite l'Angleterre depuis son enfance, a bien vu la source de la fortune des marchands de la cité; il a admiré l'immensité des docks et pesé la force que donne à Londres la concentration de toutes les marchandises à destination de l'Europe.

Les négociants de tous les pays viennent payer un petit tribut en dehors du prix réel de la marchandise, payement minime, représentant un service rendu, car l'acheteur trouve à la fois choix et quantité, mais qui, accumulé pendant plusieurs générations, a suffi pour créer ces capitaux, permettant à des associations de peser à la fois sur la politique intérieure de leur pays et sur celle de leurs alliés.

Messieurs, il faut écouter les poètes et les remercier, non point lorsqu'ils évaluent à 30 centimes le prix du mètre cube de dragage que l'on écrit 3 fr. 50, mais parce que leur vol est toujours haut; il faut se souvenir qu'autrefois on les appelait *vates*. M. Manier a d'ailleurs présenté un côté nouveau à la question, et en pareille matière si fouillée, ce n'est point un mince mérite.

Pendant que des ingénieurs ou des penseurs, libres de toute attache gouvernementale, cherchaient des solutions grandioses, le ministère des travaux publics faisait procéder à des études et, en 1870, M. Krantz donnait le tracé d'une Seine améliorée par des écluses et des barrages.

Le mémoire de cet ingénieur, aujourd'hui sénateur, est un document, non seulement précieux, parce qu'il fournit des chiffres, mais important, parce qu'ils sont très étudiés. Le commencement en a été écrit avant nos désastres, la fin est un cri de douleur : M. Krantz espère pourtant que son travail ne sera pas inutile, et il fait un chaleureux appel aux hommes de cœur.

Cet appel fut entendu : plusieurs personnes vinrent se grouper autour de lui, aujourd'hui le projet est en cours d'exécution; son but est de réaliser la pensée de M. Le Barazer.

Les travaux sont, en raison de leur difficulté, peu avancés en aval de Poissy, j'estime que cela est heureux, car on ne les saurait considérer que comme transitoires.

III.

Le projet de M. Krantz, devenu celui du gouvernement, est de faire de Paris une place maritime; arrivera-t-on à ce résultat?

J'ai pris sur ce point l'opinion de bien des marins, de bien des armateurs; chez tous, la réponse a été identique. Les capitaines disent que jamais navire de mer passant couramment les caps ne pourra avoir un tirant d'eau réduit de 3 mètres.

Le navire de M. Le Barazer est une exception, il eût sombré au cap Horn; il suffit pour en être convaincu d'avoir passé soi-même le cap, ou, ce qui est moins long, de feuilleter les instructions nautiques. Un tonnage maximum de 350 tonnes ne payerait pas l'intérêt de la construction, et peut-être pas les dépenses courantes. Il faudrait donc demander aux constructeurs un modèle inédit, plat, et arrivant au moins au tonnage de 1000 tonneaux, sans mâts, puisque les gens de terre ne veulent pas ouvrir leurs ponts, et pas trop long,

puisque l'on ne propose pas de couper un seul des îlots qui divisent la Seine.

Eh bien, en supposant que toutes ces conditions soient à la fois remplies, ou, pour mieux dire, puissent être remplies, aurait-on créé ainsi une place maritime? Nullement, car pour cela il faut appeler, non pas certains navires, mais tous les navires, ou tout au moins presque tous; il faut avoir pour soi la majorité et non l'exception.

La question jugée dans un port eût été résolue de suite; jamais on n'a vu d'armateurs demander comme largeur d'écluses celles de leurs propres bateaux; ils réclament le possible en fait de largeur, l'impossible en fait de profondeur du radier, et le plus souvent ils obtiennent l'un et l'autre.

Voici maintenant l'opinion de bien des gens de terre, des terriens, comme on dit à bord, sans y attacher un sens ironique.

Ceux-ci ne voient pas pourquoi l'on veut faire un canal spécial entre Rouen et Paris, ayant une profondeur plus considérable que celle des autres; on a beaucoup parlé d'unifier la profondeur de tous les canaux, pour qu'il puisse se fonder des compagnies de navigation intérieure, et précisément au même moment, on prévoit un transbordement, c'est-à-dire des frais nouveaux.

Cette critique pourrait disparaître si l'on avait au moins, sur les grandes lignes, l'intention de porter la profondeur à $3^m,20$, c'est-à-dire de la doubler; mais on dit, d'autre part, que cela est impossible. Il suffit, pour s'en assurer, de se souvenir que cet hiver, pendant un mois entier, les bateaux de $1^m,50$ de tirant d'eau sont restés échoués dans le canal de Briare, et leur mise à flot n'est advenue que lorsque des locomobiles recrutées un peu partout ont pompé l'eau de ruisseaux inférieurs, pour la jeter dans le bief de partage.

La profondeur espérée entre Paris et Rouen ne produira point les grands résultats rêvés par M. Le Barazer; elle n'aura pas non plus ceux que voulait réaliser l'auteur du mémoire de 1871.

La vérité est qu'il faut se débarrasser des entraves de toute sorte qui séparent Paris de la Manche; qu'une place maritime doit avoir l'accès de tous les navires, et, poursuivant ce but bien défini, ne s'arrêter que devant l'impossibilité absolue de le réaliser.

Bien des grands ports ne présentent pas d'ailleurs les facilités d'accès de la rade de Cherbourg ou du nouveau port de la Rochelle : ni les bassins de Bordeaux, ni ceux de Liverpool ou d'Anvers, n'offrent de grandes profondeurs au moment de la basse mer; à défaut d'avantages absolus, les capitaines se contentent de facilités relatives; ils montent avec le flot, descendent au moment du plein, mais ne transigent jamais sur un point, le tirant d'eau.

Il faut un minimum; le chiffre a varié suivant les époques, et il me semble osciller aujourd'hui autour de six mètres; toute la question me paraît donc être de savoir si l'embouchure de la Seine peut les offrir, et si l'on peut les créer en amont jusqu'à Paris.

Avec ce tirant d'eau on n'admettra point, il est vrai, les grands paquebots destinés aux voyageurs et c'est à ceux-ci qu'on donne ces longueurs de 140 mètres qui m'effrayent quelque peu en coup de vent; mais ces bateaux qui filent 14 nœuds ne sont point de véritables bateaux marchands; ils peuvent faire la fortune des hôteliers, augmenter les excédents sur les trains express, mais ne développent pas une place; on l'a bien vu lorsque Brest a été tête de ligne pour New-York.

Pour les porteurs, les voiliers demandant surtout l'*économie* du combustible et celle du personnel, un tonnage exagéré n'est possible et utile que dans certaines directions très limitées; en moyenne, les armateurs aiment mieux avoir à assurer le chargement de 1000 tonneaux par semaine sur un bateau, que de 2000 tous les quinze jours, ou du double sur des navires partant tous les mois.

Il y a économie sur le temps moyen de la traversée et proportion plus grande du coefficient de retour.

Or la Seine à son embouchure peut-elle recevoir tous les jours des navires de 6 mètres? A cette question on peut répondre affirmativement, les seuils extérieurs le permettraient en supposant qu'ils ne fussent aucunement améliorés.

En amont de Quillebeuf jusqu'à Rouen, il existe des obstacles que des dragages enlèveront demain, car Rouen l'a demandé et il n'y a à cela aucune difficulté; pourra-t-on assurer ultérieurement une profondeur plus grande?

Je crois pouvoir l'affirmer; la question est peut-être prématurée, mais les études du lit *faites par mes camarades* du dépôt de la marine sont si précises, que la base d'un projet d'amélioration existe, et j'affirme, je le répète, qu'en rétablissant ce vaste atelier de broyage de l'embouchure, qui réduisait en boue les apports venant du sud et les renvoyait ensuite avec le jusant dans les grands fonds, on pourra gagner 1 mètre ou $1^m,50$ de profondeur.

Ainsi pour le présent, nous avons jusqu'à Rouen l'indispensable : 6 mètres. Les travaux de l'endiguement l'ont assuré, et sur ce point, notre sécurité d'esprit est d'autant plus complète que les Normands, en utilisant les nouvelles propriétés du bas du fleuve, nous donnent une double preuve de ce que nous avons dit plus haut. Ils n'ont pu conserver leur marche avec un tirant d'eau de 4 mètres, ils la reprennent avec 6 mètres. En syzygies, ils ont reçu cette année des navires de $6^m,70$.

Nous ne pouvons qu'approuver les habitants de Rouen dans leur lutte pour refaire leur place et que les soutenir contre leurs voisins du Havre, ceux-ci regrettant amèrement de ne plus être qu'à moitié *tête de ligne*.

Rouen est aujourd'hui, nonobstant les Havrais, tête de ligne, et ils auront quelque ennui à perdre aussi cette qualité; mais leur résistance sera bénigne parce que ma voix qui n'est rien sera appuyée par celle de Paris qui est beaucoup et que leur intérêt propre le leur conseillera.

La ville d'Orléans cessant d'être tête de ligne a plus grandi de sa position qu'elle ne le faisait de son monopole.

L'arrivée de la marée près de Paris est-elle possible? Toute l'économie du projet est donc là.

IV.

Le fond de la Seine à Poissy est élevé de 15 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. La cote que l'on trouve par le calcul pour le plan d'eau d'un canal aboutissant à la Manche est de $4^{m},81$, c'est-à-dire que le canal proposé reste à $10^{m},20$ au-dessous du fond du lit actuel. Tel est le creusement à effectuer. Ce n'est point un fossé où disparaîtront les navires; au point le plus en amont, en s'élevant quelque peu au-dessus de la dunette du navire, on sera à la hauteur des berges. Le courant calculé du nouveau canal restera faible parce que la largeur moyenne sera de $47^{m},50$ et la profondeur de $6^{m},20$.

D'autre part, comme les sondages de 1825 montrent que partout l'on arrive au calcaire après avoir traversé quelques mètres de sable et de gravier, les bords du nouveau lit du fleuve pourront être conservés presque verticaux, au grand avantage de la navigation.

A ces avantages on doit joindre celui de supprimer les pertes matérielles dues aux inondations. Le fleuve encaissé roulera ses eaux sans grande vitesse, et les riverains n'auront plus à redouter le *gast*, comme ils disent, de leurs récoltes, la perte de leurs arbres fruitiers.

Tous ces avantages ne seraient point admissibles avec toutes les rivières ; la Loire, la Garonne, le Rhône, ne pourraient offrir une telle solution ; elle est possible avec la Seine, parce que ce fleuve réellement exceptionnel n'entraîne à la mer qu'une masse d'apports insignifiante. Il n'y a donc rien de sérieux qui s'oppose à la suppression des écluses en aval de Poissy, et, comme leur maintien, d'autre part, donne pour chaque sassement une perte de 1 heure (ce chiffre a été admis l'an dernier par la commission du canal transgascon), que le nombre des écluses peut varier de cinq à neuf, ce qui entraîne non seulement une perte de temps, mais aussi une augmentation dans les assurances, car il y a à chaque écluse une chance d'avaries ; que le maintien d'écluses rend, en outre, le canal impropre à constituer, en cas de guerre, une défense et une ligne de ravitaillement pour le camp retranché de Paris ; pour toutes ces raisons, et pour d'autres encore majeures, car elles se relient à l'amélioration de la partie aval du fleuve, il faut les supprimer si la dépense n'est point trop chère ; or elle ne s'élève qu'à 200 millions.

Si vous admettez ce travail exécuté, mes désirs sont réalisés, car le port inférieur créé à Poissy peut rendre ce transit qu'il s'agit de reprendre, Paris pourrait même, à la rigueur, s'en contenter ; il ne serait qu'à 20 kilomètres de son enceinte ; mais mes amis ont pensé que les Parisiens étaient en droit de demander plus, et les projets comprennent un embranchement débouchant dans la plaine de Gennevilliers. On y accède par un escalier d'écluses analogue à celui qui existe dans le canal calédonien. Le plafond de ce bief supérieur est à la cote de 40 mètres. Cette hauteur nous semble nécessaire pour éviter une traction coûteuse faite par colliers entre les quais et le centre de la ville. Les difficultés de la construction de cet embranchement sont de celles que les ingénieurs ont l'habitude de surmonter ; je ne m'y attarderai pas, craignant de vous prendre trop de votre temps ; je dois arriver de suite au profit que la ville doit retirer de ce grand travail.

V.

Paris aura bientôt atteint le chiffre de la population actuelle de Londres. C'est une ville qui, heureusement, crée beaucoup, transforme plus encore, et, en outre, consomme énormément. Ses produits s'éparpillent dans toutes les directions ; je crois qu'en ce qui concerne l'exportation, le commerce trouvera grand profit à en concentrer l'envoi sur la route la plus économique. Il est même des produits naturels de faible valeur peu envoyés au dehors, que les armateurs utiliseront comme lest de leurs navires ; je veux parler notamment du plâtre crû qu'on expédiera certainement en Angleterre en retour du charbon dont nous avons tant besoin pour notre industrie.

Le marché des fruits s'augmentera dans une proportion que les étrangers connaissent mieux que nous, car ce sont les premières choses que, venus du nord, de l'est ou du Royaume-Uni, ils demandent à leur arrivée en France. J'avais d'abord pensé vous donner un aperçu du commerce actuel parisien et aussi de celui des entrepôts de Londres pour vous montrer l'importance du tonnage auquel votre ville peut légitimement aspirer. Je dois le dire, j'ai été effrayé du nombre de pages remplies par cette nomenclature dans les recueils officiels. Ce que je puis vous donner, c'est le total ; il s'élève, pour la place de Londres, à 15 millions de tonnes.

Nous n'avons pas besoin d'atteindre un pareil chiffre pour payer les frais de l'entreprise, 2 millions de tonnes à l'entrée et à la sortie suffisent, et comme le système général procure à Poissy une chute d'eau qui est de $15^{m},40$ à l'étiage, ce qui donne en moyenne un travail de 60 000 chevaux, les usines de la banlieue et la ville de Paris pourront y puiser, le jour, la force de leurs machines, la nuit l'éclairage de la ville.

Il est un autre côté des avantages réalisés que l'on ne saurait passer sous silence. J'ai dit, dans mon étude, que, pour une place assiégée, le ravitaillement était la plus grosse question parmi celles que les officiers du génie ont à résoudre ; or un canal éclusé ne peut ici être admis, chacun des sas étant limité par deux organes fragiles qu'un engin explosible de la grosseur d'une orange suffirait à mettre hors d'usage. Une ligne d'eau profonde, ne gelant point par suite de cette profondeur, apporte non seulement un obstacle aux entreprises de l'ennemi, mais complète la défense, parce que les ponts qui la coupent sont tous mobiles. Ce canal, en temps de guerre, serait parcouru par des monitors qui n'auraient pas grand'peine à empêcher toute tentative d'obstruction jusqu'à Poissy, ville située dans l'enceinte défendue du camp retranché.

Je terminerai, messieurs, en examinant le côté moral de cette question de Paris port de mer, ce n'est pas le moins important.

J'ai indiqué dans mon exposé que la vue des navires exerce sur l'esprit des gens à idées exaltées, et l'on a quelquefois reproché aux Parisiens *leur mauvaise tête,* une singulière fascination. Les hommes de trop grande initiative, pour employer un euphémisme, et de moindre fortune, abondent en France aujourd'hui comme jadis; mais, au lieu de jeter leur sève dans des voyages aventureux, leur activité dans des entreprises coloniales, ils portent quelquefois le trouble dans la famille nationale au détriment de l'ordre et de leur avenir.

Ouvrir à ces hommes des horizons nouveaux, leur faciliter des pérégrinations dans des pays lointains, est un bienfait dont se ressentira la France qui les verra plus tard, sinon tous riches, du moins trempés tous par l'expérience de la vie. J'ajoute ici que nos colonies s'amoindrissent, parce que le courant d'émigration est presque arrêté dans toutes les directions, sauf une, et que dans celle-là, par suite d'une erreur administrative, au lieu de protéger l'émigration basque dans les provinces argentines, ce qui donne au commerce bordelais une vive impulsion, l'on s'est appliqué à l'entraver sous prétexte de dénationalisation.

Messieurs, nos pères n'agissaient point ainsi. Lorsque nous possédions le Canada, la Louisiane et les Antilles, l'Angleterre n'a point connu ces entraves : il faut les dégager si nous voulons reprendre notre place dans le monde, car une nation qui n'envoie point au dehors des essaims, une nation qui, se concentrant sur elle-même, voit sa natalité diminuer peut être une nation condamnée. La mer, vous l'avez vu en 1870, donne d'ailleurs plus que des conscrits; elle fournit des hommes, et les femmes de nos côtes sont fécondes. Les marins sont habitués à la lutte, ne plient point devant un échec, et leur existence, mise chaque jour en jeu, leur donne cette vaillance que la Société de sauvetage notera demain, en distribuant des brevets et des médailles : ceux qui les recevront ont tous exposé cette vie, à laquelle tant de gens tiennent comme à leur bien le plus cher, ils savent la donner au besoin comme un devoir de leur profession. En faisant de Paris un centre maritime, j'espère faire grandir les plus grandes facultés de notre race, en la soustrayant aux simples appétits commerciaux que le danger n'a point ennoblis.

Une ville fût-elle à la fois Athènes et Corinthe, appelât-elle par son luxe, par ses arts, par son climat, les étrangers au point de pouvoir vivre de leur superflu, peut, au lieu d'embellir et d'honorer un pays, le perdre, si, en excitant les convoitises des voisins, elle n'élève pas suffisamment le cœur de ceux qui doivent la défendre.

C'est donc pour fortifier les cœurs et les muscles des Parisiens que j'appelle l'arrivée des navires, que je désire voir mettre à l'ordre du jour de nos parlements cette question grande et féconde.

Notre époque a vu la France faire de grandes lignes de chemins de fer. Elle a ouvert une communication avec l'Orient par le percement de Suez; elle entreprend une autre jonction de deux mers, par des travaux plus cyclopéens encore; au milieu de toutes ces œuvres, il n'en est point, à mon sens, qui soit plus grande et plus utile que celle dont je vous ai tracé les grandes lignes et qui se réalisera bientôt, je l'espère, sous le nom de *la mer à Paris.*

BOUQUET DE LA GRYE.

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

L'histoire naturelle de l'homme et des animaux dans les programmes de l'enseignement secondaire.

Les programmes de l'enseignement secondaire, en ce qui touche les connaissances sur les animaux et sur l'homme que l'élève doit emporter avec lui quand il quitte les bancs du lycée, ont été dans ces derniers temps l'objet d'un certain nombre de critiques (1). Nous avons cru devoir répondre à quelques-unes d'entre elles (2). Mais la question est trop importante pour n'y pas revenir. On nous excusera de publier ces lignes dont la plus grande partie fut écrite à l'époque où nous nous occupions de la rédaction de ces programmes au sein de la commission spéciale qui en fut chargée. Ils ont été, depuis, adoptés par le Conseil supérieur de l'instruction publique : c'est donc son œuvre que nous défendons ici encore plus que la nôtre, avec une entière indépendance et sans fermer les yeux sur les imperfections qu'on y peut signaler.

C'est en juin 1880 que parut le *Plan d'études pour l'enseignement secondaire des lycées, adopté par le Conseil supérieur de l'instruction publique.* Ce plan consacrait une réforme capitale. L'enseignement de la biologie était restitué aux études classiques. Il avait été autrefois supprimé par des hommes de réaction trop clairvoyants pour se méprendre sur la véritable portée des sciences de la vie et sur leur rôle dans l'histoire de l'affranchissement de l'esprit humain. Bien qu'une place légitime ait été donnée à l'étude des plantes à côté de celle des animaux, nous ne nous occuperons que de cette dernière. Aussi bien c'est elle que visent surtout les critiques faites aux nouveaux programmes.

Il est peut-être regrettable que ce mot de « biologie » ne paraisse pas dans le plan d'études, qui n'aurait pu que gagner à être rédigé dans le plus haut langage scientifique. Un plan d'études n'a pas les mêmes exigences d'exposition simple qui doivent être recherchées pour un programme. Celui-ci est un outil pédagogique, celui-là doit être une formule supérieure : il était digne de notre Conseil de l'instruction publique d'édicter dans un esprit et dans des

(1) M. Bonnier, *la Réforme dans l'enseignement des sciences naturelles* (*Revue scientifique*, 4 mars 1882). — Lettre de M. de Lacaze-Duthiers (*Ibid.*, 18 mars 1882).

(2) Lettres de MM. G. Pouchet et Bonnier (*Revue scientifique*, 11 mars 1882). — Lettre de M. Pouchet à M. de Lacaze-Duthiers sur l'enseignement des sciences naturelles dans les lycées (*Ibid.*, 25 mars 1882).

termes rigoureusement scientifiques le plan de l'éducation nouvelle dont il dotait la France. Nous aurions voulu voir classer l'histoire et la géographie parmi les sciences, la géographie surtout, qui est comme le tronc commun où se rattachent les autres sciences naturelles. Toutefois, un progrès accompli est la disparition du terme « lettres » dans son ancienne acception universitaire opposée aux « sciences ».

Le plan d'études offre, en ce qui touche l'enseignement des connaissances physico-chimiques et biologiques, quelques dispositions dont l'événement justifiera peut-être le bien fondé, mais qui sont faites pour étonner tout d'abord. C'est ainsi que deux systèmes y sont mis en pratique tour à tour : l'un que l'on pourrait appeler de la « continuité », l'objet enseigné l'étant dans plusieurs classes consécutives, ainsi la physique, professée en troisième, en seconde, en rhétorique ; par opposition à un autre système, celui de la « discontinuité », appliqué à la biologie, que nous trouvons professée en huitième en cinquième et en philosophie.

On se demande également si le nombre des heures de classe n'est pas trop grand. Il a été porté de 20 à 22, sans compter certains enseignements d'une importance capitale, comme le dessin, qui doivent encore se donner en dehors des heures réglementaires. Ce nombre d'heures de classes nous semble excessif. Il eût peut-être été d'une meilleure hygiène intellectuelle de laisser plus de temps soit au jeu, qui n'est point un temps perdu pour l'intelligence, soit au travail réfléchi par lequel se fait la véritable éducation de l'esprit, bien mieux que par le travail d'attention passive exigé en classe. On a d'ailleurs reproché aux nouveaux programmes, avec juste raison selon nous, d'être trop chargés dans toutes leurs parties. En fait d'instruction même secondaire, l'important est de ne pas trop multiplier les objets enseignés ; mieux vaut un petit nombre de sujets devenus un peu familiers, qu'une foule de notions auxquelles l'enfant doit appliquer sa mémoire plus que son raisonnement. Il profitera davantage à bien connaître un sujet limité, à l'envisager sous un nombre suffisant de ses faces diverses, qu'à sortir des bancs comme autrefois, l'esprit bourré de dates, de faits, de nomenclatures souvent ineptes. Du moins, le jeune homme aura ainsi acquis certaines habitudes de méthode et d'application qu'il reportera plus tard avec fruit sur des objets d'une connaissance plus difficile.

Quoi qu'il en soit, le plan d'études une fois arrêté par le Conseil supérieur, un premier travail de rédaction des programmes fut confié à des commissions spéciales prises en dehors de son sein. Dans celle qui devait s'occuper du programme des sciences, la biologie était représentée par MM. Chatin, Vulpian, Paul Bert et l'auteur de cet article. Les programmes de zoologie n'ont d'ailleurs soulevé aucun dissentiment. Nous allons les suivre classe par classe.

CLASSE PRÉPARATOIRE (HUIT ANS).

Ici, le plan d'études portait cette simple indication : « Leçons de choses », recommandant en outre spécialement pour cette classe et pour la suivante « l'enseignement par l'aspect et les excursions instructives ». Si nous avons bonne mémoire, la commission spéciale dont nous faisions partie ne s'occupa point de la classe préparatoire. On trouve au contraire au programme d'enseignement adopté par le Conseil supérieur les développements suivants :

LEÇONS DE CHOSES. Lectures, récits, questions adressées par le professeur sur les sujets suivants :

Les *solides*. Charbon et combustibles divers. — Matériaux de construction. — Métaux usuels. Fer. Cuivre. Zinc. Argent. Or. Les monnaies. — Mines et extraction des minerais. — L'*eau*. Lacs. Canaux. Puits. Sources. Rivières. — L'eau de mer et le sel marin. — La glace et les glaciers : les glaces flottantes. — Neige. — Pluies. Inondations. — L'*air*. Les aérostats. — Le vent. — Les orages. — La chaleur solaire. — Saisons.

Dessins, modèles et échantillons que l'enfant pourra manier.

Nous le répétons, la commission spéciale n'eut, autant que nos souvenirs sont fidèles, aucune part à la rédaction de ce programme. Sans critiquer ces notions cosmologiques données au tout jeune enfant, nous aurions demandé, pour notre part, qu'on exerçât de préférence son esprit sur des objets naturels plus tangibles et plus à sa portée que les glaciers, les vents ou les aérostats. C'est dans un voisinage plus immédiat qu'il convient peut-être de choisir les objets sur lesquels on veut lui apprendre à raisonner, c'est principalement sur lui-même; et ses doigts, sa main, ses bras, ses yeux, ses oreilles, le fonctionnement de toutes ces parties vont devenir le sujet des entretiens les plus instructifs. Ce sera autant de gagné pour la biologie.

En même temps qu'on enseigne à l'enfant à connaître les organes de ses sens, ces premiers instruments de toute connaissance, il faut lui apprendre à s'en servir, à les exercer. Nous voulons parler ici de cette « gymnastique des sens » dont on commence à se préoccuper, mais qu'on ne distingue pas toujours assez de cette autre gymnastique purement intellectuelle, dont la *leçon de choses* est tout à la fois l'occasion et l'application. Si les deux enseignements se confondent forcément dans la pratique, ils doivent être essentiellement distincts dans l'esprit du maître : ils exigent des procédés pédagogiques différents.

Pour la gymnastique des sens, on ne saurait trop recommander des boîtes dans le genre de celle de Constant Delhetz, de Vienne, renfermant une collection d'objets d'épreuve pour exercer la vue, l'ouïe, l'odorat, etc. On pourrait sans doute simplifier beaucoup, en le perfectionnant, cet outil pédagogique, dont l'usage devrait être universel dans les écoles primaires, dans la classe préparatoire, dans les familles aisées (1).

A ces notions dont l'enfant trouvera la source en lui-même, il faudra joindre, dans cette classe élémentaire, ce qu'on pourrait appeler des « notions concrètes sur les bêtes,

(1) M. Deyrolle nous a consulté, dans ces derniers temps, pour la construction d'une boîte conçue d'après des principes plus scientifiques que celle de Delhetz. Nous ignorons si elle a reçu un commencement d'exécution. Nous avions conseillé d'y faire entrer un certain nombre de représentations des corps réguliers, cube, sphère, cône, avec leurs sections les plus importantes.

les plantes et les pierres ». Pour les bêtes, on accoutumera l'enfant à comparer leurs formes : les unes avec quatre pieds, comme le chien, le chat, le cheval ; ou six, comme la mouche ; ou huit, comme l'araignée ; ou dix, comme l'écrevisse et le crabe (1) ; et l'aile de la poule, et les yeux de l'escargot au bout de leur longue corne, etc., etc. Surtout, le maître devra se garder de généraliser. A l'enfant de cet âge, il faut présenter l'être vivant comme un *individu*, presque *comme une personne*. Il ne doit y avoir qu'un chien et ses agissements, qu'un cheval, qu'un hanneton, celui-là même que l'enfant a devant les yeux. Il faut, en un mot, enseigner le monde comme l'a vu l'intelligence humaine à son éveil, sous la forme concrète.

Un exercice très important devra consister à faire décrire à l'enfant les objets, les êtres qu'on lui présente, non pas scientifiquement, mais dans les termes qu'il connaît, et seulement de façon à s'assurer qu'il *sait voir*. Une des fins de l'instruction primaire doit être de préparer l'enfant à observer plus tard par lui-même, en lui apprenant dès la première école à apprécier les propriétés des corps. Jacotot insistait, on le sait, très particulièrement sur ce point. C'est encore pour cela qu'il faut le plus tôt possible mettre à l'enfant un crayon entre les mains et le guider dans les représentations graphiques auxquelles il s'essaye.

Ceci nous conduit à parler d'un sujet sur lequel nous devons d'autant mieux dire toute notre pensée qu'elle s'éloigne davantage des idées généralement reçues. Une conséquence de la direction qu'il convient, selon nous, de donner au premier enseignement des choses naturelles est la suppression des représentations murales de zoologie ou de botanique dans la première classe, où l'enfant n'a pas encore l'esprit convenablement familiarisé avec la perspective, les raccourcis, les grandissements, les réductions, toutes ces notions abstraites en définitive, qu'il faut posséder pour tirer un parti utile des représentations planes appliquées aux objets naturels. C'est tout ce travail d'interprétation qu'on appelle, dans un singulier abus de mots, l'*enseignement par les yeux*. Mais le courant est de ce côté, et l'usage tend de plus en plus à s'introduire de tapisser les murs des écoles enfantines et des salles d'asile, de tableaux, de gravures, de dessins, d'estampes de toutes sortes. Chaque librairie a les siennes. On va, dans ces séries murales, jusqu'à représenter un chat, une poule, un chien et un cheval ; pourquoi pas le soleil et la lune qu'on voit beaucoup moins souvent? Dans la classe préparatoire et comme appui à l'enseignement que nous y voudrions voir donner, ce ne sont pas des représentations figurées, ce sont des objets naturels, nous dirions presque des objets quelconques, qu'il faut autant que possible mettre sous les yeux de l'enfant ; et le plus triste lapin empaillé, le moindre poisson séché, seront plus profitables à son instruction, si celle-ci est bien conduite, que les plus belles images.

Nous ne parlons pas ici, bien entendu, d'un usage spécial des représentations coloriées (celles-ci devant toujours représenter des scènes plus ou moins mouvementées), qu'on donne à déchiffrer aux enfants pour apprécier jusqu'à quel point ils savent comprendre un dessin et reconnaître les objets tangibles sur leur simple projection graphique (1). Mais précisément les prodigieuses erreurs commises dans ce genre de devoir nous paraissent le meilleur argument contre l'usage des représentations graphiques substituées aux objets naturels dans les classes enfantines.

CLASSE DE HUITIÈME (NEUF ANS).

Pour la huitième, c'est-à-dire l'année qui suit immédiatement la classe préparatoire, le plan d'études indiquait : « Éléments d'histoire naturelle des animaux et des végétaux ». La commission pensa qu'il convenait d'écarter absolument les classifications, les nomenclatures zoologiques, organographiques, auxquelles les anciens programmes de l'enseignement secondaire spécial donnaient une si grande place. Il sembla que le programme d'histoire naturelle devait être surtout attractif. On devait aussi chercher à le faire cadrer dans une certaine mesure avec celui de la géographie pour la même année (2). Voici celui auquel s'est *arrêtée* la commission et qu'a adopté le Conseil supérieur, en ce qui concerne la zoologie.

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX. — Cet enseignement sera fait exclusivement au point de vue descriptif, avec l'emploi fréquent de types originaux et d'objets figurés. Il sera complété par des excursions instructives.

Différence des êtres vivants et des corps inanimés. — Différences apparentes des animaux et des végétaux. Ce qu'on entend par *règnes*. Les plus gros êtres vivants ; les plus petits visibles à l'œil nu, à la loupe, au microscope. — Animaux terrestres, aquatiques, volants ; diurnes et nocturnes. — Distribution des animaux les plus connus dans les régions arctiques, tempérées, torrides. Croissance de l'animal. Allaitement. Œufs et poussins. Métamorphoses de la grenouille, du ver à soie, de la mouche. — La chasse et la pêche. Animaux utiles, nuisibles, domestiques. — Différences entre les animaux : animaux ayant des os ou des arêtes : squelette. Animaux dépourvus de squelette et formés d'anneaux. — Animaux à peau molle, sans coquille, comme la limace, ou avec une coquille. — Vers de terre. — Animaux ayant l'apparence de plantes. — Animaux couverts de poils, ayant des mamelles. — Animaux couverts de plumes. Fabrication des nids. — Animaux froids : serpents, tortues, lézards, grenouilles, poissons.

Le programme indique expressément l'emploi d'objets figurés. C'est en effet à partir de cette classe, et point avant, selon nous, qu'il convient d'avoir recours aux représentations graphiques pour donner aux enfants l'idée des êtres

(1) Ces lignes étaient écrites depuis longtemps, quand nous avons reçu *la Première année d'enseignement scientifique*, par M. Paul Bert, où les considérations du même genre sont exposées dès le début (p. 9). Nous nous plaisons à constater une fois de plus la conformité de nos vues avec celles de l'éminent physiologiste sur l'enseignement de la biologie.

(1) La boîte de Constant Delhetz contient un tableau spécial pour cet usage, mais beaucoup trop compliqué et à beaucoup trop petite échelle.

(2) « Géographie élémentaire des cinq parties du monde. — Principaux voyages de découvertes. — Grands navigateurs. »

qu'on ne saurait en général leur mettre autrement sous les yeux.

Il existe un grand nombre de ces collections de dessins scolaires, françaises, anglaises, allemandes, russes : toutes ont des qualités, et toutes ont des défauts. Ce qui frappe surtout, c'est qu'aucune ne semble faite dans un but pédagogique spécial et pour un âge déterminé. Parlons d'abord de celles qui semblent répondre à la culture la plus avancée, comme l'Atlas de Dodel-Port (1), consacré spécialement à la botanique, mais qui semble plutôt adapté à un cours d'enseignement supérieur. Les tableaux d'histoire naturelle de Comte, revus par Gervais (publiés chez Masson), pourront servir pour la classe de philosophie. De même, deux grandes planches de Johnston (2) beaucoup plus sommaires et peut-être à une échelle trop réduite, mais qui paraissent très heureusement conçues. Il ne faut pas oublier que, dans les classes supérieures, l'élève a entre les mains des livres où il retrouve toutes ces figures, et qu'elles perdent dès lors considérablement de leur importance pédagogique. Elles serviront plutôt aux cours d'adultes, aux conférences populaires, en un mot, à l'enseignement extra-universitaire.

Bien que conçus d'après un plan différent, les grands tableaux des trois règnes de la nature de Schreiber paraissent aussi s'adresser à un âge plus avancé que celui des élèves de huitième. Ce sont surtout des aide-mémoire. Les uns représentent une foule de plantes, que le maître aura l'occasion de montrer vivantes à ses élèves, dans les excursions instructives. D'autres comprennent un grand nombre d'oiseaux ou d'animaux, que l'enfant n'a que peu ou point d'intérêt à connaître, et qui ont de plus, pour son jeune esprit, le grave inconvénient d'être figurés à côté les uns des autres, à des échelles diverses. Ces séries, inutiles pour la première enfance, sont également remplacées plus tard avec toutes sortes d'avantages par le livre de classes illustré qu'on établit aujourd'hui à si bon compte. Même remarque pour les représentations d'animaux entassées dans les *School and Family Charts, by Marcius Wilsonand and N.-A. Colkins*, chez Harper et frères, New-York, où les diverses races d'hommes sont représentées par des têtes qui varient en dimension du simple au triple.

Dans la collection des planches murales de Zwining (3), nous trouvons d'excellentes représentations, mais qui s'adressent évidemment à un âge plus avancé : en première ligne, un squelette de grandeur naturelle. Signalons encore la représentation d'un plongeur dans son scaphandre. Au contraire, d'autres planches sont absolument à rejeter, comme celle qui consacre une grosse erreur sur la marche des rayons lumineux dans l'œil.

(1) *Anatomisch-physiologisches Atlas der Botanik für Hoch und Mittelschuler*, par le docteur Dodel-Port et Carolina Dodel-Port. Librairie Schreiber, Esslingen.

(2) *Johnston's Illustrations of Natural Philosophy*. Sheets 3-6: *Human Anatomy and Physiology*. W. et A.-K. Johnston, Edinburgh and London.

(3) *T. Zwining. Science made easy*. London, Hardurcke and Bogue.

A une toute autre catégorie appartiennent les enluminures de Pfeiffer (1), représentant, avec un grand luxe de coloris et une prétention artistique plus ou moins heureuse, des scènes champêtres où les animaux jouent le principal rôle, mais sans qu'on y saisisse aucune visée pédagogique.

Parmi les séries qui nous semblent particulièrement appropriées à la classe de huitième, les images de Mme Pape-Carpentier (2) nous ont paru préférables aux *tableaux d'histoire naturelle* (30 sujets), par Llanta (chez Delagrave) ; mais il faut avant tout citer, comme répondant avec luxe aux besoins de la classe de huitième, le bel Atlas zoologique de Delagrave (reproduction d'une publication anglaise, croyons-nous). Quelques espèces domestiques y sont à coup sûr inutiles, mais nombre d'espèces naturelles bonnes à connaître sont représentées là très bien et en dimensions faites pour frapper les yeux. Toutefois le meilleur exemple de figures murales que nous connaissions, en rapport avec l'enseignement de la huitième, est celui de deux grandes images russes en couleur, qu'on a vues à la dernière exposition universelle, et qui se trouvent actuellement au musée pédagogique. L'une représente les glaces arctiques avec des morses, des oiseaux de mer, etc. ; l'autre, le désert africain par un temps de simoun, avec des chameaux et des chevaux. Ces scènes, très exactes dans leur donnée générale, doivent vivement intéresser les enfants (3).

Nous ne pouvons omettre de signaler à cette place un genre particulier de représentations murales imaginé par M. Deyrolles, dont les « tableaux » marquent une tentative originale et tout à fait digne d'attention. Il faut lui savoir gré de représenter autant que possible les êtres vivants en vraie dimension ; de plus, chaque fois qu'on le peut les objets naturels sont substitués aux représentations. Ces tableaux tendent ainsi à devenir des collections véritables et quelques-uns ont une valeur pédagogique qu'on ne saurait contester : ceux par exemple qui représentent à la fois l'animal, les matières premières qu'il fournit et les principaux produits qu'on en fabrique. Tout cela est essentiellement instructif et bien à sa place dans les écoles, dans les petites classes des lycées, dans les musées scolaires, etc.

Le programme autrefois rédigé sous l'administration de M. Duruy pour l'enseignement secondaire spécial (4) recommandait, afin de développer chez les enfants l'esprit d'observation, de leur faire récolter des insectes, des plantes, des coquilles : une ou deux classes par mois devaient être consacrées à l'examen et au classement de ces petites collections. Nous ne saurions partager en aucune façon le sentiment des rédacteurs du programme d'alors. Le simple rangement matériel de toutes ces choses délicates représente à nos yeux un temps à peu près inutilement perdu. S'il ne s'agit que de

(1) *Wilh. Pfeiffer's Bilder für die Auschauungs Unterricht*, Gotha.

(2) *Enseignement par les yeux. Nouvelles images à l'usage des salles d'asile et des écoles élémentaires*. Paris, Hachette.

(3) Notons encore des estampes coloriées signées Schmidt et des dessins en couleur de Clément (au musée pédagogique) conçus à peu près sur le plan de l'Atlas zoologique de Delagrave.

(4) Circulaire de M. Duruy aux recteurs, 2 octobre 1863.

donner à l'enfant des habitudes d'ordre et de méthode, à quoi bon choisir précisément des objets d'une conservation et d'un soin difficiles? Quant à son instruction même, l'enfant en saura beaucoup plus, s'il a une fois bien regardé, bien vu, bien décrit un hanneton, un escargot ou telle bête plus ou moins rare rencontrée au cours des promenades scolaires, qu'il n'en apprendra à mettre en file des insectes piqués ou en cahier des plantes flétries. N'oublions pas que l'enfant ignore tout des classifications et *qu'on ne doit pas en charger son esprit*. Dès lors, quel avantage de collectionner ce qu'il voit tous les jours, et de conserver mort ce que nous voulons qu'on lui apprenne à connaître vivant, agissant?

CLASSE DE CINQUIÈME.

En cinquième seulement, c'est-à-dire trois ans après que l'enfant a reçu les notions dont nous venons de parler, on lui fait aborder la zoologie à laquelle une heure est consacrée par semaine. L'enfant a douze ans; il sait sa géométrie jusqu'à la sphère; mais il possède à peine les connaissances physico-chimiques nécessaires pour comprendre les phénomènes les plus simples de la vie. La commission, approuvée en cela par le Conseil supérieur, a pensé que, dans ces circonstances et vu l'âge de l'enfant, la biologie devait lui être encore présentée dans cette classe surtout dans sa forme concrète. C'était rompre d'une façon absolue avec l'ancien système, qui consistait à bourrer la tête de l'enfant de classifications, de dénominations et de nomenclatures sans fin, oubliées d'ailleurs avec une rapidité qui n'avait rien que de très naturel. On s'en est donc tenu à la zoologie pittoresque et descriptive. Ce n'est point rabaisser une science que de la traiter par ce côté. Nous voulons tout simplement qu'on mette à la portée de l'élève de cinquième, la zoologie telle que l'ont comprise les Leroy, les Buffon, les Tremblay, les Huber, les Frédéric Cuvier, les Breh.

Voici le programme auquel s'est arrêtée la commission et que le Conseil supérieur a adopté.

ZOOLOGIE (une heure par semaine). — Variété du règne animal; divisions. L'homme. Espèces animales, sauvages; espèces domestiques; espèces éteintes. Familles. Classes. — *Vertébrés*. Idée du squelette. — *Invertébrés*. Division en articulés, mollusques, vers, polypiers, animaux microscopiques.

VERTÉBRÉS. — *Classe des mammifères*. — Pelage; allaitement; variétés de formes. — Anatomie sommaire de l'homme ou d'un animal domestique. Principaux appareils et leurs fonctions. — Singes, forme des membres; singes anthropoïdes; singes de l'ancien et du nouveau continent. — Chauves-souris. Modification du membre antérieur; mœurs. — Insectivores; hérisson; taupe, ses mœurs. — Rongeurs. Principaux rongeurs. Le castor, ses mœurs. — Animaux carnassiers: 1° marchant sur la plante du pied : l'ours, la loutre, ses pieds palmés; 2° marchant sur les doigts : le chien (conformation des membres; origine, variétés, domestication; chiens de garde, de berger, de trait). — Lions, tigres, chats : analogie de forme, habitat. — Éléphants : description, habitat, ivoire. Mammouth. — Cheval, âne; conformation des extrémités, mors, ferrure. — Ruminants : conformation des extrémités; bœufs, cerfs; cornes, bois. Rumination. Les animaux domestiques : la vache, le mouton; le lait, la laine. — Les phoques. — Les cétacés; les baleines, véritables mammifères; taille, pêche, huile, fanons.

Classe des oiseaux. — Organisation. Bec, plumes, pattes, ailes. Vol. Instincts. Migrations. — Oiseaux de proie diurnes : aigles, faucons, vautours. — Oiseaux de proie nocturnes : chouettes, hiboux. — Échassiers : grues, marabouts, cigognes. — Passereaux : alimentation variable; oiseaux utiles et nuisibles. Moineaux, corbeaux, hirondelles, oiseaux de paradis, oiseaux-mouches. — Grimpeurs : perroquets. — Palmipèdes : cygnes, oies, canards, mouettes, pélicans. Gallinacés : faisan, coq, paon, dindon. — Pigeons. — Oiseaux coureurs impropres au vol : autruche, nandou, casoar.

Classe des reptiles. — Formes diverses. — Tortues, crocodiles et lézards; serpents.

Classe des batraciens, peau nue. — Avec ou sans queue. — Métamorphoses de la grenouille. — Venin du crapaud.

Classe des poissons. — Vie et respiration aquatiques; ouïes. — Mode de progression, queue, nageoires; écailles. — Poissons osseux. La morue : pêches de Terre-Neuve, salaison; le hareng; le maquereau; la sardine, pêche des côtes de Bretagne. — Poissons cartilagineux : la raie et les requins. Poissons électriques : la torpille. — Pisciculture.

ARTICULÉS. — Division : insectes, mille-pattes, araignées, crustacés. — *Insectes*. Organisation (notions sommaires); nombre des pattes; ailes; métamorphoses. — Disposition des mâchoires. — Insectes suceurs : pucerons, phylloxera, punaise, cochenille, carmin; gales des arbres. — Insectes lumineux : vers luisants. — Insectes chanteurs : la cigale, la sauterelle, le grillon. — Papillon, histoire du ver à soie; chenilles; mues; chrysalides; cocons; maladies des vers à soie. — Petits papillons : teignes, pyrales. — Coléoptères : hanneton, calandre, cerf-volant. — Fourmis : mœurs; termites, éphémères. — Abeilles : la ruche, le miel, la cire. — Insectes n'ayant que deux ailes: mouches, larve; cousins.

Crustacés aquatiques : le crabe, l'écrevisse, la crevette. — Organisation de l'écrevisse (notions sommaires). — Crustacés terrestres : cloportes.

Araignées. — Nombre des pattes ambulatoires : *crochets, fil, toile*, instincts. — Scorpions. — Animal de la gale; animaux parasites; mites du fromage.

MOLLUSQUES. — Le poulpe; organisation (notions sommaires). Os de seiche. Argonaute. Limace, escargot (anatomie sommaire : poumon, coquille, opercule). — L'huître et la moule; coquille à deux valves; adhérence aux corps extérieurs; ostréiculture. — Huître perlière, nacre; perles, pêches, fausses perles. — Le taret et les digues.

VERS. — Ver de terre, sangsue. — Vers intestinaux : ascaride, ténia. Trichine.

ANIMAUX RAYONNÉS. — Apparence rayonnée des oursins et des étoiles de mer. — Les méduses, les anémones de mer; urtications. — Les polypiers et leurs animaux, le corail, les îles madréporiques. — Notions élémentaires sur les éponges : pêche. — Notions très élémentaires sur les animaux dits *infusoires*; phosphorescence de la mer. — Idée générale des groupements zoologiques. Types (1).

On remarquera dans ce programme l'omission de certains groupes naturels, celui des tuniciers en particulier, qui acquièrent dans les hautes études zoologiques une importance considérable, mais dont la connaissance ne nous a paru d'aucune utilité pratique pour l'enfant. Nous le répétons, il n'est pas nécessaire que le cadre de ses connaissances soit complet : l'essentiel est qu'il ne soit faussé en aucun point.

C'est dans cette classe que certaines séries de représentations murales pourront être utiles, principalement ces tableaux de Deyrolle dont nous avons parlé, consacrés à illustrer l'histoire d'un animal comme l'abeille, ou le ver à soie,

(1) Voyez notre réponse à quelques objections faites à la rédaction de ce programme (*Rev. scient.*, 11 mars 1882).

des matières premières qu'on en tire et des principales applications qu'en fait l'industrie.

Les tableaux représentant les traits principaux de l'organisation interne des animaux les plus communs seront encore ici bien placés comme *memento* de particularités que le maître fera mieux d'enseigner sur nature. Il sera en effet très important de montrer dès lors à l'enfant et, s'il le faut, de lui montrer, à plusieurs reprises, les principaux organes, le cœur, le foie, la rate, l'estomac en place, sur quelque animal tel que le lapin, le poulet ou le pigeon, dont l'anatomie ne saurait lui être répugnante par l'habitude qu'il a de voir ces animaux aux mains de la ménagère.

Si nous sommes nettement opposé aux collections faites par l'enfant, nous croyons par contre à la très grande utilité d'avoir pour la classe de cinquième une collection d'enseignement. On pourra la composer de petites espèces afin qu'elle soit moins encombrante. Nous conseillons également de conserver les échantillons, au moins la plupart, dans l'alcool, dans des tubes que l'élève a toute aisance de manier, de tourner en tous sens. A la rigueur, certains insectes seront piqués dans des cartons comme il faut le faire pour les papillons, mais le mieux est encore de les mettre dans l'alcool. Nous avions dressé la liste suivante d'une collection en rapport avec l'enseignement de la classe de cinquième. Le signe (De) s'applique aux échantillons qui devront être desséchés ou empaillés : le signe (Al) à ceux qu'il conviendra d'avoir dans des tubes bien bouchés où ils pourront se conserver indéfiniment. Nous n'indiquons que de petites espèces ; ce sont en tout cas les plus utiles. La collection sera avantageusement complétée par de plus grands exemplaires d'animaux empaillés.

Chauve-souris (De ou Al), Taupe (De), tête de Lapin, de Chat (De), pied de Chevreuil (De), tête de Chevreuil (De), fanon de Baleine, Faucon (De), Chouette (De), Moineau (De), Oiseau mouche (De ou Al), plumes diverses, Tortue (De), Lézard (Al), Couleuvre (Al), têtards de Grenouille de différents âges, Triton, Salamandre (Al), Poisson volant (De), petit Squale (De), Hanneton (Al), Calandre (Al), Cerf-volant (Al), Punaise de bois (Al), cochenille du commerce, galles d'arbres, Cigale (Al), Sauterelle (Al), Grillon (Al), Ver luisant (Al), divers états du Ver à soie, cocons, etc. (tableaux de Deyrolle), Abeilles, Bourdons, reine, gâteau de cire, etc. (tableaux de Deyrolle), Asticot, nymphe, Mouche (Al), Crabe, Écrevisse (De), Crevette (Al), Cloportes (Al), Araignées (Al), Scorpion (Al), os de Seiche, Limace, Escargot avec l'animal (Al), Moule avec l'animal (Al), nacre, morceau de bois dévoré par les Tarets, Ver de terre (Al), Sangsue (Al), Ascaris (Al), Ténia (Al), Oursin, Étoile de mer (De), Anémone de mer (Al), Madrépores.

Ceci est un minimum ; il y aura toujours avantage à accroître cette petite collection, dont le soin serait remis au professeur. Celui-ci devra seulement se bien pénétrer de l'esprit dans lequel elle est faite ; s'en tenir aux bêtes particulièrement curieuses ou à celles qu'il connaît bien, ne jamais les dénommer autrement que par leur nom vulgaire. Les inspecteurs de leur côté auraient à veiller à ce que ces collections ne s'étendent pas trop et surtout à ce qu'elles ne s'étendent point d'une manière inégale suivant les goûts de certains professeurs qu'on trouverait peut-être enclins à donner à cette collection d'enseignement le caractère d'une collection privée.

CLASSE DE PHILOSOPHIE.

Après la classe de cinquième, la biologie, complètement délaissée en quatrième, en troisième, en seconde et en rhétorique, reparaît dans la dernière année que l'élève passera sur les bancs. Le plan d'études indiquait pour la classe de philosophie : *Revision et complément des cours de sciences naturelles. — Anatomie et physiologie animales et végétales.* Le programme proposé par la commission et adopté sans modification importante par le Conseil supérieur a été dans ces derniers temps l'objet de critiques assez vives. Il a été mal accueilli, nous a-t-on dit, par un certain nombre de professeurs. Pour juger la valeur de ces critiques et en mesurer la portée, le premier soin est évidemment de bien déterminer pour qui ont été faits ces programmes, à qui ils s'adressent et ce qu'on en attend.

Un éminent professeur de la Faculté des sciences de Paris, M. de Lacaze-Duthiers, les a vivement blâmés comme *programmes d'examen* pour le baccalauréat ès lettres. Or c'est un *programme d'enseignement* que la commission a entendu faire et point autre chose. Peut-être, si elle avait eu à rédiger un programme d'examen, l'aurait-elle conçu d'autre façon. Dans l'organisation universitaire actuelle les programmes de la classe de philosophie servent de questionnaire pour le baccalauréat ès lettres. On ne saurait trop le déplorer. La classe de philosophie devient ainsi une simple *préparation* aux examens, un peu supérieure à celle qu'on va demander à certains établissements extra-universitaires, voilà tout. Ce n'est pas seulement dans les lycées que se manifeste cette tendance, certainement fâcheuse, à substituer à l'enseignement pur et simple la *préparation aux examens*. Il est aisé de voir qu'elle aura, si on n'y prend garde, les conséquences les plus funestes. L'examen subi par l'élève à la sortie du lycée, véritable contrôle de son instruction, devrait porter sur l'ensemble des connaissances acquises pendant toute la durée de ses études; il devrait être très large dans ses formules, au lieu de porter sur des points précis, ce qui suppose forcément de singulières lacunes, comme celles qu'a signalées M. de Lacaze-Duthiers.

Mais ce n'est pas ici le lieu de traiter cette question des programmes d'examen. On voudra bien seulement nous accorder que la commission chargée de rédiger un programme d'enseignement pour la classe de philosophie n'avait point à se préoccuper de l'usage plus ou moins heureux qu'en pourrait faire tel ou tel examinateur du baccalauréat ès lettres.

Laissons donc le candidat; occupons-nous de l'élève. Depuis que nous l'avons quitté en cinquième, son esprit a fait des progrès considérables. C'est maintenant plus qu'un élève, c'est presque un étudiant, distinction importante et dont il faut tenir grand compte, parce qu'elle appelle des procédés

d'enseignement nouveaux. A l'élève de philosophie on peut déjà parler le langage propre des sciences, qu'il entendra dans les Écoles : il est apte à le comprendre. Son esprit est désormais ouvert aux plus difficiles problèmes. Sans en demander la preuve aux classes spéciales de mathématiques, le plan d'études est là qui nous renseigne sur l'intensité qu'on peut donner en philosophie à l'enseignement des sciences naturelles. Notre futur bachelier ès lettres possède déjà des connaissances physiques assez étendues ; on va lui parler de l'*équivalence du travail mécanique et de la chaleur :* on va lui enseigner la psychologie, la logique, la morale, la théodicée, c'est-à-dire tout ce qu'il y a de plus difficile au monde, et l'histoire de la philosophie. Quels sont les auteurs qu'on met entre ses mains? La *Première méditation* de Descartes, la *Monadologie* de Leibniz (1) ! Donc nous n'avons point à redouter, avec un tel élève, de traiter hardiment des sciences de la vie, et de soulever devant lui des problèmes, partout agités (2). Il suffit que l'enseignement soit coordonné, que les faits exposés s'enchaînent dans leur ordre logique, que les doctrines, si on veut s'y arrêter, soient appuyées sur des connaissances déjà acquises dans les classe antérieures, ou sur des faits d'observation courante dans le monde. En cela comme en tout, il faut s'en remettre au tact du maître. Un programme est toujours forcément très élastique : il donne la direction à suivre, mais il ne dit pas jusqu'où il faut aller. Le maître en est seul juge et peut se décider par des considérations très diverses. Nous possédons heureusement une admirable école pour former nos professeurs de lycée, l'École normale, où ils apprendront, mieux qu'on ne saurait le dire par les instructions les plus précises, quelle intensité il convient de donner à l'enseignement des sciences dans la classe de philosophie. Il en est des sciences naturelles comme de l'histoire, qu'on peut traiter très différemment selon le degré de culture de ceux qui vous écoutent. En septième, on apprend aux enfants l'histoire de France depuis l'avènement de Henri IV jusqu'à nos jours; la même période reparaît dans le programme de rhétorique. Nous ne voyons que des avantages à ce système de répétition. Mais cela veut-il dire que, dans les deux classes, le sujet sera enseigné de la même façon? Non, évidemment, et nous sommes presque confus qu'on nous ait forcé à nous expliquer sur un point de pédagogie aussi élémentaire.

Il est bien clair qu'en appelant le professeur de lycée à exposer certains problèmes que soulève l'étude des organismes vivants, et que l'élève doit connaître parce qu'il en entendra certainement parler dès ses premiers pas dans le monde, le Conseil supérieur n'a pas songé un seul instant que ces graves questions dussent être traitées en classe de philosophie avec tous les développements, tous les détails qu'on ne saurait omettre quand on les discute devant un auditoire mûri dans l'étude des sciences naturelles.

La commission, en rédigeant le programme de la classe de philosophie, pouvait donc lui donner une portée véritablement scientifique sans sortir pour cela des limites d'une connaissance, tout à fait élémentaire, des phénomènes de la vie. Restait à tracer les lignes de cet enseignement d'après le plan d'études. Celui-ci indique d'abord une revision et un complément du cours de cinquième. En cinquième, la zoologie n'avait été présentée à l'élève que sous une forme essentiellement concrète; il n'avait appris à connaître les animaux qu'en tant qu'individus et espèces. Toutefois les derniers mots du programme étaient : « Idée générale des groupements zoologiques. Types. » On en a fait le point de *départ* de cette revision indiquée pour la classe de philosophie et qui ne pouvait évidemment porter que sur la *zoologie* générale. On a cherché d'initier l'élève aux *modes de classification* adoptés, mais seulement comme à des procédés et à des méthodes, indispensables pour se reconnaître dans le catalogue infini de la création. Contrairement aux anciens programmes, le nouveau subordonne les méthodes de classement à la connaissance de l'être vivant et fait de l'individu le point de départ des systèmes de classification, au lieu de le regarder comme le détail d'une conception plus générale. Ajoutons que l'esprit humain dans sa marche n'a point procédé autrement; et que l'usage des classifications est venu longtemps après que la notion d'espèce avait elle-même surgi d'une comparaison séculaire entre des individus plus ou moins semblables.

Après ce complément nécessaire du cours de cinquième, le plan d'études portait : *Anatomie et physiologie animales*. Celles-ci, pour être traitées convenablement, supposent des connaissances préalables sur la nature des corps vivants opposée aux substances purement minérales. Le programme débute donc par quelques éléments d'anatomie générale, et des notions succinctes sur les organes et les tissus des animaux. Pour le reste, on ne pouvait guère songer à faire passer en revue à l'élève l'anatomie et à la physiologie « animales » tout entières. D'ailleurs, les principales particularités organiques et fonctionnelles des animaux se trouvent portées déjà au programme de la cinquième. Ainsi, pour n'en citer que quelques-unes, les modifications des membres chez la chauve-souris, les ruminants; l'organisation des oiseaux, de l'écrevisse, de l'escargot; le vol, la respiration

(1) Nous ne voulons relever de ce dernier ouvrage que les paragraphes suivants qui touchent par un côté à la biologie : « 66. Le « corps appartenant à une monade qui en est l'entéléchie ou l'âme, « constitue avec l'entéléchie ce qu'on peut appeler un *vivant*, et avec « l'âme ce qu'on peut appeler un *animal*. Or ce corps d'un vivant ou « d'un animal est toujours organique; car une monade étant un miroir « de l'univers à sa mode et l'univers étant réglé dans un ordre parfait, « il faut aussi qu'il y ait un ordre dans le représentant, c'est-à-dire « dans les perceptions de l'âme et par conséquent dans le corps, sui- « vant lequel l'univers y est représenté. — 70. On voit par là que « chaque corps vivant a une entéléchie dominante, qui est l'âme dans « l'animal; mais les membres de ce corps vivant sont pleins d'autres « vivants, plantes, animaux, dont chacun a encore son entéléchie ou « son âme dominante. » Nous n'avons aucune compétence pour juger de l'utilité d'enseigner la philosophie de Leibniz. Nous voulons seulement opposer les explications que nécessiteront ces passages, à celles qu'aura à fournir le professeur d'histoire naturelle sur des points ou des théories que certains esprits regardent comme trop ardues pour être exposées aux mêmes élèves.

(2) A propos du « Problème de l'espèce », voy. notre lettre à M. de Lacaze-Duthiers.

aquatique, les métamorphoses, les poissons électriques, les insectes lumineux. Certes, tous ces intéressants sujets auront été traités en cinquième d'une façon très sommaire, mais il fallait bien se borner. Dès lors, le mieux n'était-il pas d'étudier l'homme? N'était-ce pas rentrer directement dans le cadre de la dernière année de lycée, que de compléter dans le domaine des sciences naturelles, ce « Connais-toi toi-même » que la philosophie a précisément pour but de nous faire acquérir? De là, une place largement prépondérante donnée dans le programme à *l'étude speciale de l'homme;* et, dans celle-ci, aux phénomènes physiologiques qui servent de base à nos connaissances. Voici ce programme tant attaqué :

Anatomie et physiologie animales (deux heures et demie par semaine).

L'individu; problème de l'espèce. — Classification naturelle. Famille. Classes. Types. — Types nettement définis : vertébrés, articulés, mollusques, cœlentérés; types moins bien définis : tuniciers, vers, échinodermes, protozoaires. — Ce qu'on entend par unité de plan. — Type vertébré : vertèbres, membres. — Type articulé : zoonites, appendices. — Type mollusque : pied, manteau, coquille. — Type cœlentéré.— Organismes microscopiques : infusoires, microbes. — Rapports de l'organisme et de son milieu. Exemples d'adaptations : mammifères volants, pisciformes; animaux aveugles; commensaux et parasites. — Variabilité des formes animales : hérédité, sélection naturelle. — Multiplication, reproduction des êtres vivants. — Animaux vivipares et ovipares. Développement, métamorphoses, migrations, formes alternantes. — Individus isolés, individus agrégés. — Mœurs, instinct et intelligence; instincts indépendants de la conformation des organes. Sociétés animales. — Structure intime du corps des animaux. Éléments anatomiques : cellules, fibres, humeurs. Idée générale d'une cellule. Vie cellulaire; greffe, régénération, reproduction après scission. — Éléments anatomiques libres : globules du sang. Éléments anatomiques agrégés en tissus : principaux tissus. — Substance vivante : éléments minéraux constitutifs; principes immédiats. Substances albuminoïdes. — Protoplasma. Propriétés de la substance vivante. — Échange nutritif : équilibre nécessaire entre l'apport et le rejet. — Résultat le plus général : oxydation chez les animaux; réduction dans les parties vertes des plantes. — Transformation des forces dans l'organisme, force mécanique, chaleur, électricité, lumière, actions chimiques. — Évolution de l'être vivant simple ou composé. Mort; décomposition cadavérique. Reviviscence.

Étude spéciale de l'homme.— Description anatomique sommaire.— Organe; appareil; fonction; division du travail physiologique. — Principaux appareils; squelette; muscles; centres nerveux; organes thoraciques; organes abdominaux; organes des sens. — Appareil de la digestion : dents, salive; aliments inorganiques, organiques; leurs transformations. Absorption. — Le sang : globules rouges et blancs; coagulation. — Circulation : historique (Harvey). Cœur; artères; veines; vaisseaux capillaires; pouls. Circulation de la veine-porte; le foie : fonction glycogénique (Claude Bernard), la bile. — Idée sommaire de l'appareil lymphatique. — Appareil de la respiration : fosses nasales; arrière-gorge; trachée-artère; poumons; circulation pulmonaire; changement de couleur du sang. Asphyxie; mal de montagne; cloche à plongeur. — Chaleur animale (Lavoisier). — Sécrétions. Reins : urée. Sueurs. Larmes. — Fonctions de relation : rapports de l'être vivant et du monde extérieur; mouvement; sensibilité générale; sensibilités spéciales; phénomènes intellectuels. — Description sommaire du système nerveux : encéphale; moelle épinière, nerfs moteurs et sensitifs, mixtes; système grand sympathique, nerfs vasomoteurs. — Propriétés générales des nerfs; effets divers de leur excitation. — Mouvements. Os : leur composition; principaux os des membres. — Muscles : fibre musculaire; muscles de la vie animale et de la vie organique : phénomènes de la contraction. — Larynx : voix; voyelles; consonnes. — Organes des sens : mécanisme des sensations. Rôle des nerfs et des centres nerveux. Rêves, hallucinations. — Odorat et goût. — Fosses nasales; langue; papilles. Odeurs et saveurs des corps. — Toucher. La peau; les poils; les ongles. Variété des sensations tactiles.— Ouïe. Constitution de l'oreille. Subjectivité des sensations auditives.— Limite des sons perceptibles; son simple, son composé; harmoniques. Intervalles musicaux. — Vue. L'œil et ses annexes; mouvements de la pupille.—Subjectivité des sensations visuelles. — Vision monoculaire, monochromatique. Formation de l'image rétinienne, marche des rayons lumineux dans l'œil, *punctum cæcum*, accommodation, myopie, presbytie, lunettes. — Persistance de l'image rétinienne, fatigue rétinienne, images consécutives, phosphènes. — Vision des couleurs, contraste simultané et successif. — Vision binoculaire. — Mouvements associés des deux yeux, appréciation des distances; angle visuel. Illusions d'optique, stéréoscope, pseudoscope. — *Fonctions des centres cérébro-spinaux.* — Encéphale. Hémisphères cérébraux; substance grise et substance blanche; leurs fonctions. — Tentatives de localisations cérébrales. — Bulbe rachidien. Entre-croisement des pyramides antérieures. Nœud vital.— Cervelet. — Moelle épinière. Actions réflexes : actions réflexes adaptées : actes sympathiques.

Notions d'anatomie et de physiologie comparées des animaux autres que les mammifères, en prenant un exemple dans chaque classe pour les vertébrés et dans chaque type pour les invertébrés.

Nous nous sommes expliqués ailleurs (1) sur l'introduction, dans le programme de la classe de philosophie, de matières regardées à tort pendant longtemps, comme du domaine de la physique. On pourrait y faire rentrer également, au moins pour une part, certaines matières inscrites au programme même de philosophie : le sommeil, les rêves, etc. Ne nous plaignons pas de cela et laissons, si l'on veut, le professeur de philosophie développer ces sujets : où trouver une preuve meilleure que la commission chargée du programme des sciences a eu raison de donner cette grande place — qu'on lui reproche pourtant — à la connaissance scientifique des phénomènes sur lesquels le philosophe base ses propres recherches?

On a dit que certains zoologistes trouvaient le programme trop chargé (2). Nous nous sommes expliqués plus haut sur la valeur très sérieuse d'un reproche qu'on peut, avec une égale justice, adresser à toutes les parties des nouveaux programmes. Mais, en ce qui concerne spécialement celle qui nous occupe, nous avons répondu que les *zoologistes* ne nous paraissaient avoir aucun titre particulier pour intervenir dans le débat. Est-ce qu'ils réclament contre une place trop grande donnée à l'étude de la vie? ou bien trouvent-ils qu'après la cinquième consacrée à la zoologie concrète et une partie du cours de philosophie consacré à la zoologie générale, il fallait encore sacrifier la connaissance de nous-même à une connaissance plus étendue des bêtes? Rendons-nous bien compte de ce qu'on demande. L'élève va quitter les bancs avec le titre de bachelier ès lettres. Peut-être ne recevra-t-il plus d'autre culture scientifique dans la carrière qu'il va prendre. Le voilà mêlé au monde. Est-ce des zoologistes qu'il y rencontrera? Nullement. Mais il y trouvera des médecins, et nombreux (pas moins de 182 000 pour la France

(1) Voy. lettre à M. Bonnier.
(2) Voy. lettre de M. Bonnier.

entière) ! Il en trouvera un au foyer de chaque famille. C'est le médecin qu'il entendra parler des choses d'hygiène, de santé, de maladie. En maintes circonstances, il aura l'occasion d'appliquer ce minimum de savoir que nous voulons, nous, qu'il emporte des bancs du lycée, sur les fonctions de la vie, bien plus profitable que tout ce qu'il pourra connaître de l'histoire et de l'organisation des animaux. Dans notre société moderne, le médecin représente essentiellement l'élément scientifique, jusqu'au fond des campagnes les plus reculées. C'est à lui que nous en appelons, c'est lui qui pourra le mieux juger, bien mieux que les zoologistes, si la direction donnée par le Conseil supérieur à l'enseignement de l'histoire naturelle dans la classe de philosophie est mauvaise.

De l'Université même, nous a-t-on dit, seraient parties certaines réclamations contre le nouveau programme. Il fallait s'y attendre. Une réforme comme celle qu'on inaugurait, la création d'un enseignement véritablement nouveau, ne pouvait manquer de susciter des mécontentements chez quelques-uns et partout une véritable crise. Les maîtres chargés de professer d'après ces programmes, en attendant un personnel convenablement préparé, devaient se trouver dans un certain embarras, mais dont la commission n'avait pas à se préoccuper. On lui demandait et elle n'a pu que rédiger des programmes conformes aux progrès de la science contemporaine. Par conséquent aucun des anciens manuels, même aucun livre, n'en pouvait, dès les premiers jours, donner le développement. Depuis lors, nombre de ces ouvrages ont paru; mais ils ne sauraient suffire au maître, étant écrits surtout au point de vue des élèves.

Nous comprenons donc, jusqu'à un certain point, l'embarras des professeurs, sinon celui des examinateurs du baccalauréat ès lettres. Que faire? Il y avait un moyen auquel l'administration ne paraît pas avoir songé, sans qu'il y ait à lui en faire reproche, dans le trouble d'une réorganisation aussi vaste. Ce moyen eût été de demander des instructions détaillées à la commission même qui avait rédigé les programmes; elle se fût empressée, j'imagine, de les rédiger avec le même zèle qu'elle avait mis au programme. Elle eût indiqué des lectures, la direction générale qu'elle avait entendu donner à l'instruction biologique. Elle eût tout au moins la liste d'un certain nombre d'ouvrages donné, où les maîtres désireux de bien faire auraient trouvé longuement et clairement développés les sujets dont on s'est fait un épouvantail; pour d'autres, un peu de réflexion suffisait. Nous savons des efforts qui ont été faits par certains, et couronnés d'un plein succès, rendant attrayant aux élèves ce programme qu'on s'efforce de montrer tout hérissé d'épines.

En somme, il fallait travailler, ou tout au moins s'informer, au lieu de récriminer.

Nous voudrions terminer par une dernière observation qui n'a plus rien à faire avec les critiques plus ou moins fondées, mais parfaitement loyales qu'on a cru devoir élever contre les programmes des classes de cinquième et de philosophie. Nous tenons à dégager ici catégoriquement les personnalités infiniment honorables avec lesquelles nous avons pu différer complètement de manière de voir, mais dont la sincérité et le dévouement à l'Université ne sauraient être mis en doute. Il ne pouvait y avoir là que des malentendus, dont le temps aura vite triomphé. Mais n'est-il point à craindre que, d'un certain côté, on ne s'empare de ces critiques, et qu'on ne s'abrite derrière elles pour essayer de combattre ce nouveau progrès de l'esprit moderne dans l'enseignement secondaire, que consacrent les programmes d'histoire naturelle?

De toutes les sciences, la biologie est celle dont s'accommodent le moins bien les ennemis de l'Université. Le temps est loin où Bossuet commençait son traité de la *Connaissance de Dieu et de soi-même* par un long développement sur la nature et les fonctions des organes du corps humain. Depuis que l'anatomie et la physiologie ont fait de sensibles progrès, elles vivent en moins bon ménage avec certaine philosophie. Il ne suffit pas que le Conseil supérieur ait mis un soin jaloux à écarter des programmes toute question qui n'était pas du domaine des faits purement scientifiques et n'ait laissé de ce côté aucune prise; il faut encore se garder d'une attaque détournée. Ne sera-t-on pas autorisé, devant les exemples donnés, à trouver trop large la place prise par l'anatomie et la physiologie de l'homme, et à la demander plus restreinte? Ne sera-t-on pas d'avis qu'il vaudrait mieux, à tout prendre, compléter en philosophie cette histoire anecdotique des animaux déjà faite en cinquième, ou même revenir tout simplement au vieux système, à ces nomenclatures interminables de familles, *de genres, d'espèces, de formes* organiques, qui du moins avaient l'avantage de ne pas ouvrir à l'esprit des horizons où la bonne discipline ne peut plus suivre l'élève devenu homme?

Voilà le danger que nous signalons à l'attention de ceux qui semblent décidés à combattre, dans les meilleures intentions du monde, l'esprit des nouveaux programmes de zoologie. La commission qui a préparé le travail, le Conseil supérieur en l'approuvant, n'ont point eu sans doute la prétention d'avoir du premier coup fait une œuvre parfaite. Par son essence même, tout programme devrait être l'objet d'une revision fréquente, périodique, tous les trois ans par exemple. Quoi qu'on en puisse dire, ces programmes, à la rédaction desquels nous nous faisons honneur d'avoir participé pour une part assez large, représentent un progrès considérable. Notre conviction profonde est qu'ils sont conçus dans le véritable esprit du temps où nous vivons. Ils pourront être attaqués; nous pensons qu'il sera toujours aisé d'en défendre les tendances et l'esprit général. Nous nous estimerons trop heureux si les considérations où nous venons d'entrer peuvent contribuer à en assurer le succès.

GEORGES POUCHET.

HISTOIRE DES SCIENCES

Notes sur Ch. Darwin (1).

Les hommes qui influent d'une manière notable sur la direction des idées doivent toujours leur succès à la combinaison de deux causes : une capacité exceptionnelle et l'existence d'un certain état des esprits ou de certaines aspirations chez les personnes qu'ils espèrent entraîner. On l'a remarqué sur le grand théâtre du monde, pour les fondateurs de religions et de dynasties. Dans le cercle moins étendu des sciences on peut faire la même observation. Il y a des moments où d'anciennes idées commencent à peser, où les méthodes sont jugées insuffisantes, où les savants qui travaillent dans une branche éprouvent du malaise et aspirent à quelque chose de nouveau. Qu'un homme audacieux, capable et persévérant se montre alors, il a les meilleures chances d'être écouté.

Pour les naturalistes, Charles Darwin a paru dans un de ces moments.

J'en appelle aux souvenirs de ceux qui travaillaient et réfléchissaient en 1859, date de l'ouvrage sur l'*Origine des espèces*. L'édifice de la science était menacé. Des faits nouveaux le battaient en brèche de tous côtés. Ainsi les descripteurs ne savaient plus ce qu'il fallait penser des espèces, qu'on avait pris l'habitude pendant longtemps de considérer comme des groupes définis, à peu près immuables, produits, il y a quelques milliers d'années, par des causes que l'homme ne pouvait comprendre. D'après des savants très distingués, l'histoire naturelle avait pour objet unique d'étudier ces groupes, leurs organes tels qu'on les voit, leur manière de vivre et leurs ressemblances, qui déterminent des associations d'un ordre plus élevé. Ce qui avait précédé, ce qui pouvait suivre était forcément hypothétique, il ne valait pas la peine d'y penser. Des arguments sérieux, j'en conviens, étaient donnés en faveur de la fixité dans la succession des formes.

Toutefois il existait et il a toujours existé une opinion contraire d'après laquelle les êtres successifs ont été et sont variables indéfiniment. C'est ce qu'on a appelé la théorie de l'évolution. Darwin n'a jamais prétendu l'avoir découverte, mais il a eu la gloire de montrer mieux que personne comment les phénomènes ont pu se passer et il a appuyé la théorie d'une foule d'observations et de réflexions originales. Avec sa bonne foi parfaite il se plaisait à mentionner ses prédécesseurs, tels que de Lamarck, Erasmus Darwin, son aïeul, et autres ; mais il ne les a pas tous connus. Dans une visite que j'ai eu le plaisir de lui faire, en 1880, j'ai pu lui signaler un ouvrage bien curieux, plus ancien que ceux de De Lamarck, et dont personne jusqu'ici n'a parlé, si ce n'est pour les choses secondaires qui s'y trouvent. Qu'on me permette une courte digression sur cet évolutionniste complètement oublié.

Il ne ressemblait en rien à Diderot, chez lequel on a découvert récemment des idées analogues (1). Tout homme d'imagination peut se lancer dans des hypothèses. Cela ne compte pas dans la science. Il faut que les théories sortent lentement et laborieusement des faits. Le savant modeste qui procédait de cette manière, avant de Lamarck et mieux que lui, est Duchesne, dans son *Histoire naturelle des fraisiers*, ouvrage publié en 1766 (2). L'auteur était horticulteur et professeur d'histoire naturelle. Son instruction était aussi variée que solide. Voici l'observation de lui qu'on cite quelquefois, sans remarquer l'originalité des conséquences qu'il en avait déduites. Ayant semé des graines du fraisier sauvage, dit des bois, qu'il avait recueillies autour de Versailles, il vit, à sa grande surprise, que la plupart des pieds obtenus avaient une seule foliole, au lieu des trois qui caractérisent ordinairement les feuilles de l'espèce. Il sema les graines de ces individus singuliers qui donnèrent la même forme. Elle s'est conservée depuis. Les botanistes nomment ce nouveau fraisier *Fragaria monophylla*. Duchesne partit de ce fait et d'autres qu'il avait observés dans la culture pour raisonner, d'une manière très profonde, sur les formes nouvelles plus ou moins héréditaires, et sur ce qu'on peut appeler espèce, race ou variété. Il estime que beaucoup de formes désignées comme espèces sont des races, dont l'origine peut être constatée ou au moins présumée, et il laisse tomber de sa plume des mots véritablement extraordinaires pour l'époque. Ainsi, en parlant de la classification des espèces, genres et familles, il dit (3) :

« L'ordre généalogique est le seul que la nature indique, le seul qui satisfasse pleinement l'esprit; tout autre est arbitraire et vide d'idées. »

Il se hasarde même à donner (4) un arbre généalogique des fraisiers, construit d'après les descendances qu'il connaissait ou présumait. C'est ce que font aujourd'hui des auteurs ultra-darwinistes, avec la différence que Duchesne avait constaté une des descendances, tandis qu'eux les supposent toutes d'après des vues hypothétiques et des raisonnements plus ou moins contestables.

Personne ne fit attention aux idées émises par Duchesne, à ce point qu'un biographe consciencieux, qui prononça son éloge dans une séance publique, les omit entièrement (5).

De Lamarck fut moins dédaigné, parce qu'il parlait des animaux, plus connus que les végétaux, et qu'il indiquait une cause, par laquelle, d'après certains faits démontrés, les

(1) Nous publierons prochainement une étude complète sur la vie et les œuvres de ce grand homme. Ces pages sont extraites des *Archives des sciences physiques et naturelles.*

(1) *Revue des Deux Mondes*, octobre 1879.

(2) Un volume in-8°, qui comprend l'*Histoire naturelle des fraisiers* (324 pages et un tableau), et des *Remarques particulières* (118 pages). Le premier ouvrage de De Lamarck, *Système des animaux sans vertèbres*, est de 1801. Ses *Recherches sur l'organisation des corps vivants* ont paru plus tard, et la *Philosophie zoologique* en 1809.

(3) Page 220.

(4) Page 228.

(5) Silvestre, *Notice sur A.-N. Duchesne*, lue dans la séance publique de la Société royale d'agriculture, *Mémoires*, 1827, tome Ier, p. 129-152.

organes varient quelquefois dans des générations successives. Cette cause fut jugée insuffisante. On la tourna même en ridicule. Dans ce temps, certaines idées préconçues jouaient un grand rôle. De Lamarck aurait eu dix fois plus de mérite qu'il ne serait pas parvenu à faire pencher la balance du côté de l'évolution.

C'est de 1830 à 1840 que des progrès dans toutes les divisions des sciences naturelles changèrent la face du problème. Les botanistes et les zoologistes décrivaient alors une infinité d'espèces nouvelles et s'efforçaient de mieux distinguer les anciennes. Mais, plus ils se donnaient de peine, plus les limites des espèces semblaient vagues et ondoyantes. La valeur de ces groupes était reconnue inégale. On signalait beaucoup de transitions de l'un à l'autre, et le criterium, obtenu quelquefois par de longues expériences sur la fécondation, n'était plus aussi certain qu'on l'avait supposé. En général, les espèces bien distinctes par la forme extérieure ne se croisent pas et surtout ne donnent pas des produits féconds indéfiniment ; mais il y a des exceptions. Par exemple, dans la famille très homogène des cucurbitacées, M. Naudin a constaté que les espèces du genre Cucurbita ne peuvent pas se féconder l'une par l'autre, tandis que dans le genre Luffa, deux espèces, nettement différentes par les caractères extérieurs, se fécondent. Au fond, cela signifie qu'elles ont des diversités internes plus grandes que les externes. L'impossibilité d'avoir un criterium absolu pour distinguer les espèces est aussi réelle que pour distinguer les genres, les familles et les classes.

Personne ne doit en conclure que ces groupes n'existent pas ; seulement ils flottent dans un milieu plus ou moins vague. Même chose se présente dans des catégories de groupes d'une autre nature. Il serait impossible, par exemple, de donner des caractères absolus pour distinguer un hameau d'un village, un village d'un bourg, un bourg d'une ville. Cependant les réunions d'habitations représentées par ces termes existent bien. Assez souvent on est embarrassé pour appliquer un des mots, et dans certaines circonstances un village devient un bourg ou même une ville. Londres n'a point de limites et a beaucoup varié. C'est cependant quelque chose de réel. Il est aisé de comprendre pourquoi l'incertitude reconnue dans la délimitation des espèces disposait à admettre des variations successives. Étudiées d'ailleurs de près, comme l'a fait Darwin, dans la culture et la domestication, les espèces des deux règnes se sont trouvées variables à un degré extraordinaire.

Tandis que les descripteurs se tourmentaient et sentaient vaciller leur point d'appui, les découvertes en paléontologie s'accumulaient et montraient de plus en plus la diversité successive des êtres. Cuvier recourut alors à l'hypothèse de créations subites et multiples, véritables coups de théâtre. On constata que des espèces avaient paru ou disparu successivement, une à une, et l'hypothèse fut mort-née.

La distribution actuelle des espèces, considérée particulièrement dans les îles, me contraignit d'admettre, en 1855, quatre ans avant le premier ouvrage de Darwin, une création, dans certains cas, de nouvelles formes spécifiques dérivées des anciennes. Je prouvais en outre surabondamment que la majorité des espèces remonte à des temps plus reculés qu'on ne le supposait et qu'elles ont traversé des changements géologiques ou climatériques. Lyell habituait les géologues à considérer de petites causes, pendant des temps très longs, comme produisant beaucoup d'effet. La notion astronomique des temps infinis pénétrait dans les sciences naturelles. Cinq ou six mille ans devenaient peu de chose dans l'histoire des êtres organisés. Enfin, les découvertes de Beer sur l'évolution des individus analogue à celle des espèces, et l'étude plus fréquente des monstruosités ébranlaient également les anciennes idées. L'incertitude se répandait dans toutes les directions. Les faits de classification, de paléontologie, de géographie botanique et zoologique, d'organogénie ne pouvaient plus se comprendre. Il fallait sortir du cercle d'un temps limité et de l'opinion d'une fixité presque complète des formes.

Alors parut Darwin !

Aucun homme n'était plus capable de rattacher tous les phénomènes à la théorie de l'évolution, qu'il expliquait en outre par une cause très importante — la sélection — à laquelle personne n'avait pensé, si ce n'est Wallace, qui en avait eu l'idée de son côté au même moment. Wallace est zoologiste. Darwin était physiologiste, botaniste, zoologiste, et même géologue. Le récit de son voyage autour *du monde* en est la preuve et toutes ses publications reposent sur cette prodigieuse variété de connaissances. Il pouvait découvrir et discuter des arguments dans *toutes les sciences naturelles*. Même des applications assez dédaignées lui étaient familières. Il s'était fait éleveur de pigeons, pour constater les variations d'une espèce dont le public anglais s'occupe volontiers. Armé d'une grande persévérance, de beaucoup de méthode, d'une sagacité extraordinaire, aussi fort dans les détails que dans les idées générales, il a pu imprimer aux sciences d'observation une impulsion, dont on n'avait pas eu d'exemple, et qui s'étend jusqu'aux sciences sociales et historiques.

Dans toutes les branches de l'activité humaine il y a un trait commun aux individus vraiment supérieurs. C'est de ne négliger aucun fait particulier tout en visant à des théories ou à des actes d'une importance majeure. Ainsi un grand général s'occupe à la fois de la nourriture ou même de la chaussure de ses hommes et de plans stratégiques. Un grand jurisconsulte peut plaider le mur mitoyen et rédiger un code. Parmi les naturalistes, Darwin a eu ce caractère exceptionnel de capacité. Le terrain ou espace qu'il parcourait dans ses recherches — ce qu'on appelle en anglais d'un mot qui nous manque, *the range* — est extraordinaire. Dans ses livres, l'abondance des détails se combine avec des vues théoriques fort élevées. La multitude des exemples peut fatiguer ; mais si l'auteur avait trié les principaux et laissé de côté les autres, on aurait douté de sa grande impartialité et son immense érudition serait restée dans l'ombre. Il a toujours eu soin de donner le pour et le contre, les arguments forts et les faibles. Au lecteur de comparer, trier et conclure.

La méthode n'est pas didactique. Elle est purement scientifique.

La rédaction de Darwin n'était pas précisément littéraire. Sa construction de phrases, l'emploi de certains mots et la division des chapitres laissent quelquefois à désirer; mais la grandeur de l'œuvre est incontestable. Je dis de l'œuvre, parce que chaque ouvrage, malgré sa spécialité, concourt à un ensemble qu'on a qualifié très vite du nom de darwinisme. Le premier de ces ouvrages, celui sur l'*Origine des espèces*, salué par quelques naturalistes comme l'aurore d'un nouveau jour, avait frappé les autres et le public d'une sorte de stupeur, mêlée parfois d'indignation. La bataille était engagée brusquement, audacieusement; mais Darwin avait des réserves qu'il lançait coup sur coup. Les critiques dans les journaux et les académies ne pouvaient tenir contre une succession rapide de livres pleins de faits nouveaux et de vues originales. C'était comme une invasion par des forces accablantes. La conspiration du silence, qui réussit quelquefois, n'était pas possible. Les plus récalcitrants furent obligés d'écouter, de discuter, et tel qui d'abord accordait à Darwin une minime part de vérité lui cédait bientôt une moitié ou davantage. Certaines oppositions passionnées, d'une origine étrangère à la science, ont fait lire les ouvrages du novateur. Le public, d'une ignorance profonde sur l'état des sciences naturelles depuis dix ans, se figurait que tout y était nouveau. Il revoyait d'ailleurs, avec plaisir, ce qu'on avait jadis, des livres d'histoire naturelle qui n'étaient ni de pures descriptions, ni de la chimie, ni de l'anatomie. Darwin ramenait l'étude des phénomènes de la végétation et celle des mœurs des animaux qui avaient plu dans les ouvrages de Réaumur, de Bonnet, d'Huber et autres patients observateurs. On sentait encore une fois l'unité dans la variété des êtres organisés.

La contenance de Darwin à l'égard de ses adversaires fut assez curieuse. Évidemment il n'aimait pas la polémique. Au lieu de répondre, il poursuivait sa marche. Lui qui n'attaquait pas la religion ne se faisait aucun souci d'affronter les idées ou les préjugés de personnes pieuses qu'il connaissait et estimait. Était-ce l'effet d'un sentiment, assez commun chez les hommes de science, que la vérité plane au-dessus de tout et qu'on doit la faire connaître, même à ses dépens? Pensait-il que ses principes n'étant pas contraires aux bases de toute opinion religieuse, c'était aux théologiens de s'arranger avec eux et avec les faits? Pourquoi n'accepteraient-ils pas l'évolution des êtres, comme ils ont accepté, depuis Galilée, la rotation de la terre, et depuis de Laplace, la formation successive des corps célestes? Ces vérités scientifiques, et d'autres encore, ont été répandues dans le monde, jusqu'en Chine. Elles n'ont renversé ni le christianisme, ni le mahométisme, ni le bouddhisme. La suite a montré que Darwin avait eu raison de se taire et de compter sur les effets du temps. Ses deux volumes de la *Descendance de l'homme* ont paru en 1871. Ils avaient redoublé les clameurs contre lui ; mais bientôt quelques hommes éclairés, laïques ou ecclésiastiques, sincèrement attachés aux idées religieuses, l'ont défendu, et onze ans après, quand l'illustre naturaliste est mort, des sermons ont été prêchés à Saint-Paul et autres églises de Londres pour établir que le darwinisme n'est pas opposé à la religion. Ses obsèques ont eu lieu dans l'abbaye de Westminster, sans aucune opposition, avec le concours du clergé anglican et des plus hautes notabilités du pays (1).

L'influence de Darwin n'est pas venue seulement de sa capacité et des circonstances dans lesquelles il a paru. Elle s'explique aussi par des conditions de famille et par sa position indépendante. Personne n'ignore que son père et son aïeul étaient médecins, habitués comme tels à l'observation et remarquables par une grande sagacité. Erasmus était de plus un poète, un naturaliste, un chimiste, enfin un homme de beaucoup d'esprit. La notice que Darwin a publiée sur lui en tête de la traduction d'une biographie allemande par Krause (2) est bien curieuse. Elle constate de singulières ressemblances d'idées entre l'aïeul et le petit-fils, qui cependant ne se sont pas connus, car le premier est mort une année avant la naissance du second. Erasmus (3) était frappé de la « lutte pour l'existence », dont Charles a parlé si souvent. Elle lui paraissait une loi générale chez les êtres organisés. Certains appendices, inutiles ou incomplets, dans les végétaux et les animaux, étaient pour lui des restes d'anciens organes, à la suite de changements d'une génération à l'autre. Il remarquait les ressemblances bizarres appelées de nos jours *mimiques* (de l'anglais *mimicry*), les effets de la prédominance chez les animaux des individus les plus forts dans les relations des deux sexes; il connaissait des plantes insectivores, etc., etc. D'un autre côté, on ne trouve pas dans les poèmes d'Erasmus, dans les notes qui les accompagnent et dans ses ouvrages spéciaux de physiologie et d'histoire naturelle, l'idée principale, essentielle, conséquence forcée des choses, qui produit des effets incontestables : la *sélection*. Ni Duchesne, ni de Lamarck, ni Erasmus Darwin, tous précurseurs du grand Darwin moderne, n'avaient découvert, pour expliquer l'évolution, une cause aussi efficace. Probablement elle n'est pas la seule, mais on l'appellera toujours un facteur d'une importance capitale (4).

En comparant les trois principaux précurseurs de Charles Darwin, j'ai remarqué, avec surprise, que, pour la manière d'exposer les faits et de raisonner, il ressemble plus à Du-

(1) Je recommanderai aux personnes qui s'occupent des rapports de la science avec la religion la lecture du petit volume publié, en Amérique, par le docteur Asa Gray. Il est intitulé *Natural science and religion*, New-York, 1880. Il se compose de deux conférences faites par l'auteur dans l'école de théologie du collège de Yale. La première expose, très clairement, les découvertes modernes en histoire naturelle, la doctrine de l'évolution et les rapports entre les deux règnes organisés. La seconde est sur la question considérée au point de vue religieux.

(2) *Erasmus Darwin*, by Ernest Krause, *with a preliminary notice* by Charles Darwin. Voy. sur Érasme Darwin : *Rev. scientifique* du 15 mai 1880 et *Rev. politique et littéraire* du 28 mai 1880.

(3) Pages 113, 133, 145, 177, etc.

(4) Par exemple, on peut soupçonner que les espèces portent en elles une cause qui les ferait prospérer, puis s'affaiblir et même s'éteindre. Ce serait une nouvelle ressemblance des groupes avec les individus dont les éléments, tout au moins, sont passagers.

chesne, dont il n'avait pas lu l'ouvrage, qu'à de Lamarck ou Erasmus Darwin. Lamarck est plus systématique. Erasmus aperçoit beaucoup de choses qu'il n'approfondit pas. Il est diffus et manque de méthode scientifique. Pour la richesse des observations, l'ensemble des doctrines et la grandeur des vues, la supériorité de Charles est évidente.

La nombreuse descendance d'Erasmus Darwin a montré, dans l'un et l'autre sexe, des goûts d'observation et de réflexion. M. Francis Galton, auteur de recherches originales et intéressantes sur l'hérédité (1), est petit-fils, par sa mère, d'Erasmus. MM. George et Francis Darwin, fils de Charles, sont déjà connus, l'un par de bons mémoires de statistique et l'autre par des expériences intéressantes sur des sujets de physiologie. Il est difficile de ne pas admettre dans ce cas une influence héréditaire, mais elle a été sans doute corroborée par un désir très naturel d'écouter des conseils ou d'imiter. Les descendants du poète physiologiste, dont la réputation était très grande à la fin du siècle dernier, ont lu certainement de bonne heure les ouvrages de leur aïeul. En général, l'hérédité explique la nature des organes, des facultés et des tendances; mais l'usage qu'on fait de ces moyens dépend beaucoup des conseils et des exemples, combinés avec la pression des circonstances dans lesquelles chacun se trouve.

Darwin a eu l'avantage d'une position de fortune, moyenne pour l'Angleterre, suffisante cependant pour donner, avec ses habitudes réglées et simples, une véritable indépendance. En sa qualité d'Anglais, il n'a pas eu de service militaire obligatoire. A l'âge le plus important pour un jeune homme, au lieu d'entrer forcément dans une caserne, il a pu s'engager volontairement dans une expédition scientifique autour du monde. Le trésor de faits et d'idées qu'il a accumulés pendant ce voyage de cinq ans a été dépensé peu à peu dans ses nombreuses publications. Sir Joseph Hooker a débuté de la même manière, et chacun sait quel profit il en est résulté pour la science.

Darwin n'a exercé aucune fonction publique, si ce n'est d'être *magistrate* dans son comté, ce qui ne demande pas beaucoup de temps. Il n'a jamais professé; mais, par ses livres, il s'est fait plus de disciples et a mieux répandu ses idées que s'il s'était adressé à des auditoires de mille élèves. Toute son attention, toutes ses forces se sont concentrées sur des travaux de recherches. Il était doué d'une si grande activité d'esprit qu'il ne s'est pas laissé endormir par une résidence continue, été et hiver, à la campagne, loin des ressources littéraires et des conversations scientifiques. C'est un exemple assez rare. Presque tous les littérateurs et hommes de science de premier ordre ont vécu, pendant une partie au moins de l'année, dans une ville. On ne peut guère citer que deux exceptions, de deux genres très différents: Voltaire et Darwin.

J'ai eu la satisfaction de passer une journée dans la maison modeste et confortable de Down, près Beckenham. Il me tardait de causer une seconde fois avec Darwin, que j'avais vu en 1839, et avec lequel j'entretenais une correspondance pleine d'intérêt. C'est par une belle matinée d'automne, en 1880, que je me suis rendu à la station d'Orpington, où m'attendait le break de mon illustre ami. Le trajet jusqu'à Down prend une heure. Il ne présente rien de remarquable, si ce n'est la résidence entourée de beaux arbres, de sir John Lubbock, l'honorable représentant à la Chambre des communes du haut commerce et de la science. Je ne parlerai pas ici de l'accueil aimable qui m'a été fait à Down, et du plaisir que j'éprouvais à causer familièrement avec M. et M[me] Darwin et leur fils Francis. Je note seulement que Darwin septuagénaire était plus animé et paraissait plus heureux que je ne l'avais vu quarante et un ans auparavant. Il avait l'œil vif et une expression enjouée, tandis que ses photographies montrent plutôt sa conformation de tête, d'un philosophe de l'antiquité. Sa conversation variée, franche, gracieuse, tout à fait d'un *gentleman*, me rappelait celle des savants d'Oxford et de Cambridge. Le ton général en était d'accord avec celui des ouvrages. C'est un cachet de cette sincérité que tout le monde reconnaît comme une des causes du succès de Darwin.

Rien ne m'a paru rester autour de la maison des anciens travaux du propriétaire. Il employait des moyens simples. Ce n'est pas lui qui aurait demandé de construire des palais pour y loger des laboratoires. J'ai cherché la serre dans laquelle de si belles expériences ont été faites sur les hybrides végétaux. Elle ne contenait plus qu'un cep de vigne. Une seule chose m'a frappé, bien qu'elle ne soit pas rare en Angleterre. Des génisses, des poulains et autres animaux domestiques pâturaient autour de nous, avec la tranquillité qui suppose de bons maîtres, et j'entendais les aboiements joyeux de chiens qui n'étaient sûrement pas maltraités. Vraiment, me disais-je, l'histoire des variations chez les animaux a été faite ici et les observations doivent continuer, car Darwin n'est jamais inactif. Je ne me doutais pas de marcher sur les habitations de ces êtres infimes, appelés vers de terre, objet d'un dernier ouvrage dans lequel Darwin a montré une fois de plus que les petites causes produisent à la longue de grands effets. Il s'en occupait depuis trente ans, mais je l'ignorais.

Rentrés à la maison, Darwin me fit voir sa bibliothèque, grande pièce du rez-de-chaussée, très commode pour un homme studieux: beaucoup de livres sur les rayons; du jour de deux côtés; une table pour écrire et une autre pour les appareils destinés aux expériences. Celui sur la direction des racines était encore en action. Darwin me donna une idée de son avant-dernier ouvrage, qui était alors sous presse. Il eut l'obligeance de m'apprendre que pour ses notes il avait employé, de lui-même, précisément le procédé des fragments détachés que mon père et moi avons suivi et dont j'ai parlé en détail dans ma *Phytographie*. Quatre-vingts ans de notre expérience m'avaient montré sa valeur. J'en suis plus pénétré que jamais, puisque Darwin l'avait imaginé de son côté. Cette méthode donne aux travaux plus d'exactitude, supplée à la mémoire et gagne des années.

(1) Galton, *Hereditary genius*, un volume in-8°. 1869; *Englishmen of science, their nature*, etc., in-8°, 1874.

J'aurais aimé voir les registres d'expériences, qui ont dû être bien compliqués dans certains cas ; mais les heures s'écoulaient comme des minutes. Il m'a fallu prendre congé. De précieux souvenirs me restent de cette visite. Je les place à côté de ceux que m'ont laissés les Jussieu, les Brongniat, les Geoffroy Saint-Hilaire, Cuvier, Arago, Robert Brown, de Martius, sir William Hooker et autres savants illustres avec lesquels, dans ma longue carrière, j'ai eu le bonheur de m'entretenir assez souvent.

Alph. de Candolle.

VARIÉTÉS

De l'analyse micrographique des eaux potables (1).

L'analyse protistologique, dont je veux parler, se rapporte aux *microbes* proprement dits, c'est-à-dire à ces très petits êtres vivants appartenant aux formes bactéridiennes parmi lesquelles on rencontre les microbes des maladies infectieuses. « Dans les eaux pures, plus encore que dans les liquides de l'organisme, dit M. Certes (2), de Paris, la chasse aux microbes est soumise au hasard. La patience ou l'habileté de main n'y peuvent rien ou presque rien. Fort heureusement certains réactifs chimiques, notamment l'*acide osmique,* tuent les organismes sans les déformer. Une fois tués, ils tombent et se déposent au fond du récipient en quantités appréciables, si l'on a eu soin d'opérer sur des masses suffisantes de liquides. »

M. Certes fait l'expérience suivante :

« Il met dans un tube à essai 30 centimètres cubes d'eau distillée ; dans un second tube, 30 centimètres cubes de cette même eau, après l'avoir agitée à l'aide d'un bâton de verre dont l'extrémité a été préalablement trempée dans une eau chargée d'infusoires. On traite les deux liquides par la même quantité d'acide osmique. Dans le premier tube, l'examen microscopique ne découvre aucun élément figuré ; dans le second, on retrouve intacts les organismes transportés dans la faible quantité d'eau qui s'était attachée à la baguette de verre. »

L'action toxique et fixatrice de l'acide osmique paraît générale puisqu'elle s'exerce non seulement sur les bactéries, mais aussi, parmi les flagellés, sur les monades (3) ; parmi les rhizopodes, sur les amibes ; parmi les ciliés, sur les oxytriches ; sur les acariens, les annélides, les arachnides, les rotifères, et beaucoup d'autres animalcules, comme aussi sur les spores en général, et, cela va sans dire, sur les algues, parmi les vrais végétaux.

Afin d'éviter l'introduction d'organismes autres que ceux qui existent dans le liquide traité par l'acide osmique, M. Certes recommande de laver à l'acide sulfurique et de flamber, préalablement à toute analyse, les tubes, les baguettes de verre, les porte-objets, en un mot, tous les instruments qui servent à l'expérience.

En vue de faciliter la tâche de ceux qui voudraient contrôler ses expériences, il indique ensuite succinctement les procédés techniques auxquels il s'est arrêté après de nombreux essais.

Pour les eaux potables, filtrées ou non (1), peu chargées de matières organiques, M. Certes fait usage d'une solution d'acide osmique à 1,5 pour 100. D'après ses expériences, moins de 1 centimètre cube de cette solution suffit pour 30 à 40 centimètres cubes d'eau. A cette dose, tous les organismes microscopiques, animaux et végétaux, sont rapidement tués et fixés dans leur forme. Au bout de quelques minutes, et afin d'atténuer l'action de l'acide osmique, qui, à la longue, noircit trop les tissus, on ajoute autant d'eau distillée que le permet la dimension de l'éprouvette dont on fait usage.

Dans certaines eaux très riches en organismes, l'examen microscopique du dépôt peut avoir lieu au bout de quelques heures ; mais, pour les eaux pures, il faut attendre vingt-quatre ou même quarante-huit heures. Dans tous les cas, ce n'est qu'après un délai assez long que le liquide doit être décanté avec précaution, de manière à ne conserver que le dépôt dans 1 ou 2 centimètres cubes de liquide. A ce moment, l'opération est terminée.

Ce nouveau procédé me parut convenir à l'examen des diverses eaux potables. En premier lieu, je l'ai appliqué à l'eau du lac Majeur, prise à la profondeur de 65 mètres au-dessous du niveau du lac et à une distance d'environ 400 mètres du rivage, entre Angera et Arona. C'était dans les premiers jours de mai, au moment où je venais d'être chargé par les honorables directeurs de la Banque générale d'analyser cette eau au point de vue protistologique.

Ainsi qu'on le sait, le projet de prendre l'eau du lac Majeur à cette profondeur pour l'amener à Milan a été proposé par l'ingénieur Canevari, de Rome, et a fait l'objet d'un rapport des ingénieurs Salmoiraghi et Paladini, de Milan.

Déjà les professeurs Padulli, Körner et Carnelutti s'étaient occupés de l'analyse physico-chimique de cette eau et l'avaient trouvée propre aux usages industriels et domestiques.

A mon tour, je l'ai examinée au microscope, sans réactifs, tant sur place que dans mon laboratoire de Pavie, tantôt immédiatement, tantôt après un, deux et même trois mois, mais conservée dans des bouteilles bouchées à l'émeri hermétiquement closes. Je n'y ai vu aucun microbe. Cependant, avant de clore mes recherches, je voulus l'analyser par

---

(1) Note lue par M. le professeur L. Maggi, de Pavie, à l'Institut royal de Lombardie, dans la séance du 15 décembre 1881.

(2) Certes, *Sur l'analyse micrographique des eaux* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 14 juin 1880, et *Moniteur de la flotte*. Paris, 10 avril 1881.)

(3) Les flagellés, les cilio-flagellés, les rhizopodes, et la plupart des ciliés sont très bien fixés par l'acide osmique (*Note du trad.*).

(1) Le même procédé est applicable aux infusoires marins et aux micro-organismes des eaux minérales ou salines (Cf. *Moniteur de la flotte, loc. cit.*, et dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. VI, 1881, p. 258, la *Note sur les résultats de l'examen microscopique des sédiments recueillis pendant l'exploration zoologique faite en 1881 dans la Méditerranée et dans l'Océan, à bord du vaisseau de l'État*, le *Travailleur*, par A. Certes. (*Note du trad.*)

l'acide osmique, d'après les procédés de M. Certes, et, après quarante-huit heures de repos, j'obtins au fond du vase un léger dépôt, qui, examiné au microscope, avec un grossissement de 800 diamètres, laissait voir des formes analogues à celles des bactéries, et, en particulier, des desmobactéries (1); quelques-unes se rapprochant des figures du *Bacillus ulna* de Cohn, ou du *vibrio bacillus* de Dujardin, d'autres, enfin, du *vibrio serpens* de Warming, mais immobiles, puisque l'acide osmique les avait tuées, fixées dans leurs formes normales et précipitées au fond du récipient.

Réfléchissant alors que l'acide osmique n'est qu'un moyen de durcir le protoplasma, et que les susdits organismes devenaient visibles après avoir été soumis à l'action de ce réactif, je songeai à répéter l'expérience avec les autres procédés de durcissement dont dispose la technique microscopique (2). Dans ce but, je choisis le chlorure de palladium en solution à 1/800, et je m'en servis pour traiter l'eau à analyser dans les mêmes proportions que de l'acide osmique, c'est-à-dire 1 centimètre cube de la solution de chlorure de palladium pour 40 centimètres cubes d'eau.

En quelques instants, le sédiment déposé était plus que sensible, de couleur jaune d'or plus ou moins intense, ou bien jaune rougeâtre. Au moment où l'on introduit la solution de chlorure de palladium, l'eau se trouble, elle jaunit légèrement; mais, quand toutes les matières en suspension sont précipitées, elle devient incolore et reprend toute sa limpidité. A l'examen microscopique, et toujours au grossissement de 800 diamètres, je retrouvai des formes bactéridiennes semblables à celles que l'on voit à l'aide de l'acide osmique, plus de petites masses de forme irrégulière, de structure granuleuse, colorées en jaune d'or et pour la majeure partie susceptibles de prendre une couleur rouge au lieu de la jaune, sous l'action d'une solution de magenta. Ce résultat me fit penser qu'elles étaient de nature protoplasmique et aussi que le chlorure de palladium pourrait bien être un réactif convenable pour fixer les substances organiques qui se trouvent dans les eaux potables. S'il était reconnu, en effet, que, dans les eaux, le chlorure de palladium ne fixe que la substance organique, ce serait par là même un excellent réactif, puisqu'il en révélerait la quantité à l'œil nu. Quoi qu'il en soit, le chlorure de palladium a la propriété, comme l'acide osmique, de durcir les micro-organismes; par là, il les rend opaques et visibles au microscope. Le durcissement, qui, dans la technique histologique, facilite l'étude des tissus animaux, a donc également sa valeur en protistologie pour l'étude des organismes inférieurs.

Cette application des procédés de durcissement a de l'importance, parce qu'avec les réactifs colorants déjà employés pour l'étude des protistes, elle constitue une technique microscopique générale pour toutes les formes organiques. Rien de plus logique, étant donné que les protistes sont les éléments (les facteurs) des tissus des métazoaires, et que, par suite, ils ne sauraient s'éloigner beaucoup de ceux-ci dans leurs réactions vis-à-vis des mêmes réactifs. Il faut seulement modifier la proportion des réactifs par suite des différenciations subies par les protistes qui constituent les tissus des animaux supérieurs.

Je ne puis cependant passer sous silence les résultats de l'examen de l'eau du lac Majeur préalablement traitée par le picrocarminate, l'hématoxyline, le violet de méthyle, le carmin, le magenta, le bleu de Lyon (bleu d'aniline soluble dans l'alcool), la fuchsine, la cyanine, l'éosine, le carmin aluné, et, cela va sans dire, par le carmin boraté. Quant aux proportions des solutions colorantes à employer pour l'analyse de l'eau, je m'en suis toujours tenu à celle déjà indiquée pour l'acide osmique et le chlorure de palladium.

Remettant à une autre occasion le soin de faire connaître les particularités de ces recherches longues à faire, je dirai seulement que les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'*hématoxyline*, le *violet de méthyle*, le *magenta* et le *bleu de Lyon*, puisqu'ils rendirent visibles ces mêmes micro-organismes immobiles et ces mêmes masses protoplasmiques déjà vues avec l'acide osmique et le chlorure de palladium. La coloration des masses protoplasmiques était toujours celle des réactifs; mais, chose *singulière, les micro-organismes* restaient incolores. Pour ce motif, et puisque, dans toutes les expériences, je retrouvais les mêmes organismes, je devais rejeter le doute qui m'était venu dans le principe qu'ils préexistaient peut-être dans les réactifs.

Toutefois j'ai continué mes recherches avec de nouveaux réactifs, employant, pour dissoudre tous ceux qui sont solubles dans l'eau, de l'eau distillée au permanganate de potasse. Les résultats furent les mêmes que les précédents. En dernier lieu, je répétai les mêmes expériences, en substituant, pour la solution des réactifs, l'eau à analyser à l'eau distillée, de manière à exclure toute influence du liquide. Cette fois encore, je retrouvai les mêmes micro-organismes incolores et les masses protoplasmiques colorées.

Restait la question de savoir, spécialement en ce qui touche les micro-organismes, s'ils étaient nuisibles ou non.

Pour la résoudre, je pensai à recourir à l'examen des eaux de source, que l'expérience signalait comme les meilleures eaux potables et des eaux de pluie également considérées comme telles. Parmi les premières, je choisis les sources de la Valcuvia qui jaillissent dans les terrains jurassiques, et parmi ces sources, celles dont l'usage séculaire avait démontré la bonne qualité. En effet, malgré les résultats de l'analyse physico-chimique, le criterium empirique de la potabilité de l'eau, basé sur ce fait qu'il s'agit d'eau de source, pouvait encore être trompeur.

Je voulus également examiner des eaux de pluie reconnues bonnes à boire par un long usage, et, le 1er septembre dernier, j'en recueillis à Cuvio

(1) Bactéries filiformes. (*Note du trad.*)

(2) Dans diverses notes qu'il a communiquées, soit à l'Académie des sciences, soit à la Société zoologique de France, M. Certes a indiqué comme pouvant être utilisés pour l'analyse micrographique des eaux : le sérum iodé fort, la glycérine iodée, les glycérolés ou les solutions alcooliques de cyanine, de dahlia, de gentiane, le jus de citron filtré, les liquides de Kleinenberg et de Pacini, etc.; mais aucun de ces réactifs, d'après M. Certes lui-même, ne vaut l'acide osmique, dont l'effet est plus général, plus constant et plus durable. (*Note du trad.*)

Pour ne pas m'étendre trop longtemps sur les détails de ces recherches, je dirai simplement que, dans toutes ces eaux examinées au microscope, avec un grossissement de 800 diamètres, sans réactifs, je ne découvris aucune forme de microbe, mais que les microbes m'apparurent de forme identique à ceux du lac Majeur, lorsque je me servis des procédés de coloration et de durcissement. J'ajouterai qu'ils étaient relativement en plus grand nombre dans les eaux de source. Il me semble donc que l'innocuité de ces micro-organismes, rendus visibles par les procédés que je viens d'indiquer, peut être affirmée avec d'autant plus de raison qu'on ne constate aucune maladie spéciale dans la Valcuvia. Sans réactifs, ces êtres sont invisibles au microscope ; c'est pourquoi je les appelle *afaneri* (invisibles), pour les distinguer des bactéries ou des microbes, qui, même sans réactifs, sont visibles au microscope, et parmi lesquels se trouvent ceux des maladies infectieuses. Ces *afaneri* deviennent visibles par les procédés de durcissement. Il y a donc lieu de penser non seulement qu'ils sont très délicats, mais aussi qu'il entre une grande quantité d'eau dans leur constitution, ce qui expliquerait leur transparence égale à celle du liquide dans lequel ils vivent et par suite leur invisibilité. Ces êtres sont immobiles quand nous les voyons au microscope, mais certainement leur immobilité est due au procédé employé pour les rendre visibles, procédé qui les tue.

Comme nous venons de le dire, bien que morts, ils restent incolores dans les solutions colorantes. Leurs propriétés doivent donc être différentes de celles des bactéries visibles au microscope, sans réactifs, ou *faneri* (visibles), qui se colorent, notamment avec le violet de méthyle, le magenta, etc. Toutefois les *afaneri* eux-mêmes, d'après les recherches que j'ai faites à cet égard (1), se colorent avec le violet de méthyle quand ils ont été desséchés. Mais ce n'est pas là une propriété biologique, c'est une propriété cadavérique, ou, pour mieux dire, une propriété qui se manifeste à la suite de l'altération cadavérique.

Peut-être fournissent-ils de l'acide carbonique à l'eau où ils vivent ; mais ici commencent les hypothèses dans lesquelles je ne veux pas entrer, désirant, pour le moment, m'en tenir uniquement aux faits observés.

Ces faits, que pourront vérifier ceux qui possèdent de bons moyens d'observation, ceux qui ont la bonne fortune d'avoir à leur disposition les nouveaux instruments optiques (Abbé-Zeiss), pourront servir à reconnaître si une eau est potable ou non, en tant que la présence des *afaneri* puisse être considérée comme caractéristique de la salubrité des eaux.

Pour le moment, alors même que les faits que j'ai observés n'auraient pas d'autre valeur, il est au moins permis d'en tirer cette conclusion que la technique microscopique peut s'appliquer utilement à l'examen des eaux potables (2).

(1) Ces expériences de coloration ont été faites en laissant ces organismes pendant un mois dans des solutions colorantes où ils devinrent visibles. J'ai entrepris d'autres expériences de coloration, après dessiccation ; j'en ferai connaître ultérieurement les résultats.

(2) Cette même question a été plus longuement traitée par M. le professeur Maggi, dans le discours d'ouverture de son concours de protistologie médico-chirurgicale, et dans un appendice à son *Manuel de protistologie*, 1882. (*Note du trad.*)

REVUE DE BOTANIQUE

Physiologie. — M. Treub, depuis qu'il est à Java, ne cesse de produire un grand nombre de travaux intéressants qui remplissent à eux seuls les *Annales* publiées par l'établissement de Buitenzorg.

A propos de physiologie citons d'abord le suivant.

Le *Dischidia Rafflesia* est une curieuse plante qui vit sur les arbres sans toucher le sol. Cette plante produit des urnes en forme de bouteilles ouvertes au sommet et contenant à leur intérieur un système de racines ramifiées. Après avoir montré que ces formations sont produites par une feuille repliée sur elle-même autour de racines adventives, de manière que sa face *inférieure* corresponde à la face interne de l'urne, M. Treub (1) se demande quel peut être le rôle de ces organes.

Plusieurs auteurs, et particulièrement M. Delpino, ont fait à ce sujet des suppositions purement gratuites. Naturellement, pour M. Delpino, le dischidia est une plante carnivore et même d'une façon assez compliquée. Il imagine, en effet, que des insectes doivent être pris dans l'urne, attaqués par le suc spécial qu'elle contient et transformés alors en une sorte d'engrais très nourrissant qu'absorberaient les racines qui sont justement incluses dans la petite bouteille naturelle.

M. Treub fait justice de ces hypothèses fantaisistes. Ce n'est pas en regardant une plante exotique de forme plus ou moins bizarre dans une serre d'Europe, qu'on peut s'expliquer le rôle que jouent ses différents organes dans les contrées tropicales. Il faut des observations positives, faites sur place, et des expériences pour décider ces questions souvent fort difficiles ; il faut surtout n'avoir aucune idée préconçue.

Après avoir montré que, grâce au revêtement cireux, interne de son urne, le dischidia ne peut être une plante directement carnivore, M. Treub prouve par de nombreux faits que la théorie de M. Delpino est aussi inacceptable.

« Les fourmis qu'on trouve dans les urnes sont toujours bien vivantes et généralement en très grand nombre; elles sortent de l'urne avec la même facilité qu'elles ont pour y entrer... Les fourmis pullulant trop dans une urne, les racines peuvent en souffrir, les radicelles sont à moitié rongées ou bien elles se développent mal. »

Les insectes contenus dans l'urne peuvent donc dévorer le dischidia au lieu de lui servir de nourriture.

Plus loin M. Treub formule ainsi ses conclusions :

« Les urnes du dischidia n'ont aucune utilité pour la plante comme pièges d'insectes. La plante n'est pas carnivore et cela d'aucune manière. Au lieu de tomber dans un

(1) *Annales de Buitenzorg*, t. III, 1882.

guet-apens, les fourmis qui pénètrent dans une urne y trouvent généralement un gîte qui paraît leur aller à merveille.

« Le rôle principal, sinon unique, du dischidia est de recueillir, ou, à un moindre degré, d'épargner l'eau. »

M. Treub montre, en effet, que le liquide qu'on trouve dans les urnes est ordinairement de l'eau de pluie, plus rarement de l'eau transpirée qui peut être ensuite réabsorbée par la plante.

On sait que certains animaux contiennent de la chlorophylle en grains, tels sont certains infusoires (paramécie, stentor, vorticelle), certaines hydres et quelques vers du groupe des planaires.

M. Brandt vient de publier de très curieuses recherches qui, si leurs résultats sont vérifiés, seront d'une importance considérable (1).

Ces soi-disant grains de chlorophylle seraient des algues parasites des animaux en question. L'auteur a pu, en certains cas, les isoler et les cultiver. Généralisant les faits observés, il en conclut qu'il y a là une curieuse association d'un animal avec une plante. L'algue verte est parasite du ver, de l'hydre ou de l'infusoire; mais, à un autre point de vue la réciproque est vraie; car, sous l'action de la lumière les êtres à chlorophylle assimilent le carbone de l'acide carbonique et en fournissent à l'animal dans lequel ils sont établis. M. Brandt compare l'animal ainsi muni de ces sortes de *gonidies* à un lichen où le champignon serait remplacé par un animal.

La conclusion de M. Brandt est très nette : au point de vue morphologique, ces soi-disant grains de chlorophylle sont des algues; au point de vue physiologique, ce sont des parasites des animaux.

On s'est souvent demandé quelle pouvait bien être la fonction de ces appareils compliqués qui sécrètent chez un très grand nombre de plantes des sucs particuliers : résines, gommes, caoutchouc, suc laiteux, cires, etc. Dans la dernière édition de son traité de botanique, M. Sachs dit encore que « ces matières sont au nombre des substances dont le rôle dans l'économie de la plante est entièrement inconnu (2) ».

Plusieurs travaux récents ont été publiés sur ce sujet et la question tout entière vient d'être reprise par M. de Vries (3).

On a souvent remarqué que toutes ces substances emmagasinées dans les tissus sécréteurs sont pauvres en oxygène et de plus, en général, inassimilables. On les considérait donc le plus généralement comme des substances de rebut, devenues inutiles à l'organisme.

Telle n'est pas l'opinion de M. de Vries; il leur assigne un rôle protecteur externe pour la cicatrisation des blessures.

Parlant d'abord de la résine des conifères, l'auteur fait remarquer que si cette substance était uniquement un produit d'excrétion, l'exploitation de la résine ne devrait pas faire souffrir l'arbre; or l'extraction de la résine affaiblit toujours les pins à un haut degré et l'accroissement du bois peut diminuer d'un tiers. M. de Vries remarque ensuite que, chez les conifères, les blessures accidentelles ou même les blessures normales, produites par la chute des branches ou par les fentes de l'écorce, sont extrêmement fréquentes. Lorsque l'une de ces blessures se produit, elle ne tarde pas à être recouverte d'une masse visqueuse et épaisse de résine qui durcit peu à peu à l'air. M. de Vries cite un bois de pins des environs de la Haye, où l'on a percé un nouveau sentier, ce qui a exigé la suppression d'un grand nombre de branches de toutes tailles. Quelques mois après, on pouvait constater que toutes les plaies, même les plus grandes, étaient complètement recouvertes d'un enduit résineux. La résine entre même dans le bois et protège alors efficacement la région blessée contre les influences atmosphériques et contre la pourriture.

Chez les plantes non résineuses, les blessures ne se séparent que bien plus lentement par un bourrelet de tissu de cicatrisation qui finit souvent pour recouvrir complètement la plaie, mais quelquefois trop tardivement. Ainsi donc, d'après M. de Vries, les conifères à ce point de vue sont bien supérieurs, comme organisation, aux arbres angiospermes ordinaires.

L'organisme aurait prévu, chez les arbres résineux, les blessures possibles et il s'y serait différencié tout un système de canaux uniquement faits pour fournir un enduit en cas de blessures. Quoiqu'on puisse être un peu surpris de cette sorte de pharmacie naturelle et préventive, on reconnaîtra que l'idée ingénieuse de M. de Vries met en évidence au moins l'utilité que peut avoir la résine en certains cas pour les arbres qui la produisent, si toutefois cette idée et les faits cités à l'appui ne suffisent pas à expliquer complètement dans quel but la résine est préparée par la plante.

Mais M. de Vries va beaucoup plus loin. La seconde partie de son travail traite de la fonction des sucs analogues à la résine des conifères qu'on trouve chez d'autres plantes. Après avoir cherché à assimiler à la résine, à divers points de vue, le latex, certaines gommes, le caoutchouc et les matières cireuses, M. de Vries montre que ces substances servent aussi en s'épanchant à l'occlusion des plaies, même chez les plantes herbacées, comme les chicoracées ou les euphorbes de nos pays. Pour les gommes, il cite les expériences récentes de M. Moll (1). Voici comment a opéré cet expérimentateur.

Sur la branche courte d'un tube en U on fixe hermétiquement un rameau feuillé d'une plante; au-dessous se trouve de l'eau et dans l'autre branche on verse du mercure. Pendant plusieurs jours successifs on voit le niveau du mercure

(1) *Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen* (*Archiv. für phys. du Bois-Reymond*, p. 570 et *Bot., Zeit.*, 1882, n° 15).

(2) *Lehrbuch der Botanik*, 4e édition, p. 676.

(3) *Sur la fonction des matières résineuses dans les plantes*, 1882. — *Maandblad voor Natuurwet*, Jrg. 10, n° 5.

(1) *Vers. en meded. d. Kon. Acad. v. Wet.*, Amsterdam, 2e série, t. XV, p. 259.

baisser dans la grande branche du tube, ce qui prouve que l'eau a été refoulée dans la branche; aussi si la plante sécrète une matière gommeuse mucilagineuse ou un suc laiteux, cet abaissement est peu possible et ne se produit pas, ce qui prouve que la plaie a été rapidement bouchée par le suc que sécrète la plante.

Faut-il conclure de ces expériences, avec M. de Vries, que tous les tissus sécréteurs ont encore ce rôle unique de fermer les plaies? Ce serait peut-être un peu exclusif.

Le travail dont nous venons de parler a été critiqué par M. Rauwenhoff (1) qui montre que les considérations sur lesquelles repose la supposition de M. de Vries n'en fournissent pas une évidente démonstration.

Pour ne parler que des laticifères, il est bien évident que leur rôle unique ne saurait être de cicatriser les plaies.

Ceux des euphorbes, par exemple, contiennent de l'amidon qui ne jouerait aucun rôle à ce point de vue et que d'ailleurs on ne saurait considérer comme un produit d'excrétion.

M. Treub a étudié quelques euphorbes tropicaux au point de vue du rôle de ces laticifères (2). Il a fait à ce sujet plusieurs expériences très intéressantes, d'où l'on peut conclure que, chez ces plantes, les laticifères servent très probablement au transport de l'amidon.

M. Elfving a essayé de rechercher l'effet d'un courant électrique sur l'accroissement des racines (3). Les expériences citées ne paraissent pas toutes très concordantes. Il résulte cependant des faits exposés dans ce travail que les racines peuvent se diriger dans le sens du courant ou en sens contraire, mais que dans la plupart des cas le courant électrique aurait une influence réelle sur l'accroissement.

M. Édouard Kern (4) a étudié la fermentation du lait par laquelle les habitants du Caucase préparent la boisson appelé *Kephir*. La bactériacée qui produit cette fermentation serait caractérisée, d'après l'auteur, par la production de deux spores par cellule. Il lui donne en conséquence le nom de *Dispora caucasica*. Mais c'est aller bien vite pour fonder un genre. M. Kern semble ignorer que dans un même *Bacillus* une cellule peut parfaitement produire tantôt une, tantôt deux spores.

Signalons encore deux autres mémoires de M. Treub, le premier (5) sur une nouvelle catégorie de plantes grimpantes qui s'élèvent par de curieux crochets, dont l'accroissement devient énorme par l'irritabilité; le second (6) sur de nouveaux exemples encore plus nets que tous ceux qu'on a décrits jusqu'à présent de suspenseurs de l'embryon ou d'une cellule particulière venant sortir de l'ovule et se greffer sur le placenta pour y puiser les matériaux nécessaires au développement de la jeune plantule.

N'oublions pas de mentionner en terminant cette partie de la Revue de botanique l'important *Traité de physiologie des plantes* qu'a récemment publié M. Pfeffer (1); on y trouve d'intéressantes critiques des derniers travaux physiologiques, et, à côté des opinions admises par l'auteur, une bibliographie très détaillée. C'est là un ouvrage important à consulter.

Morphologie. — M. Guignard, dont nous avons analysé récemment le remarquable travail sur l'embryogénie des légumineuses (2), vient d'étendre et de généraliser à l'ensemble des phanérogames angiospermes les principales conclusions auxquelles il était arrivé (3).

Les observations décrites dans ce nouveau mémoire de M. Guignard et accompagnées de 173 figures permettent d'établir un certain nombre de conclusions générales relativement à l'origine du sac embryonnaire et aux formations qui s'y produisent. Rappelons les principales.

Le sac embryonnaire ne provient jamais de la fusion de deux cellules (ainsi que l'admettaient MM. Warming et Vesque); il est toujours dû à l'agrandissement d'une seule cellule.

Il y a toujours dans le sac embryonnaire (sauf trois exceptions connues : *Santalum, Ganphrena, Lauranthus*) un appareil femelle composé de trois cellules : la cellule femelle proprement dite qui deviendra l'œuf et les deux cellules accessoires ou synergides; il y a toujours aussi trois cellules antipodes à l'autre extrémité du sac embryonnaire et enfin deux autres cellules qui se soudent, se fusionnent pour donner un noyau unique qui sera le point de départ de l'albumen.

C'est donc chez tous les angiospermes que le sac embryonnaire produit constamment huit cellules à son intérieur dont l'une est la cellule femelle et dont deux se fusionnent d'une manière si remarquable pour donner le noyau définitif.

Des différences d'ordre secondaire peuvent se remarquer dans la manière dont s'organisent ces huit cellules dans le sac embryonnaire chez les monocotylédonées, les dialypétales et les gamopétales; elles sont étudiées avec soin par M. Guignard et résumées dans ses conclusions; mais le point important à retenir, c'est la généralité des faits découverts par M. Strasburger dont l'exactitude est définitivement vérifiée par ces nouvelles observations consciencieuses qui exigeaient, pour être menées à bonne fin, la main d'un habile anatomiste (4).

(1) *Maandblad voor Natuurwet*, Jrg. 10, n° 7, 1882.

(2) *Notice sur l'amidon dans les laticifères des euphorbes* (*Annal. du jardin botanique de Buitenzorg*, vol. III, p. 37, 1882).

(3) *Ueber eine Wirkung des galvanischen Stromes auf wachsende Wurzeln* (*Bot. Zeit.*, avril 1882, n° 16).

(4) *Bot. Zeit.*, avril 1882.

(5) *Sur une nouvelle catégorie de plantes grimpantes* (*Annales de Buitenzorg*, t. III, p. 44, 1882).

(6) *Sur l'embryon, le sac embryonnaire et les vrilles* (*Annales de Buitenzorg*, t. III, p. 76, 1882).

(1) *Pflanzen physiologie*. 2 vol., Leipzig, 1881.

(2) Voy. *Revue scientifique* du 15 avril 1882, p. 470.

(3) *Recherches sur le sac embryonnaire des phanérogames angiospermes* (*Revue des sciences naturelles de Montpellier*, mars 1882).

(4) Dans une *Étude sur le développement de l'ovaire des primevères*,

On sait qu'il existe chez toutes les plantes vasculaires un tissu spécialement différencié, le *liber*, dont les éléments caractéristiques sont les *tubes criblés*. Ces tubes ont une membrane mince, non lignifiée et leurs parois sont perforées par des cribles ; ils contiennent une substance pâteuse, albuminoïde, analogue au protoplasma. Nous avons vu (1) qu'à certaines époques de l'année les cribles de ces vaisseaux libériens sont fermés par un épaississement gélifié qui sont les *calles*.

En se fondant sur quelques expériences *externes*, pourrait-on dire, et peu délicatement faites en général, on suppose que ces tissus, d'une existence si constante, ont pour rôle de transporter la sève élaborée depuis les tissus à chlorophylle jusqu'aux réserves d'où ces matières assimilables iraient ensuite aux organes en voie d'accroissement.

On voit par là que le système libérien, et en particulier les tubes criblés, constituent pour les plantes vasculaires un appareil d'une très grande importance et dont la structure et le rôle sont encore trop mal connus.

Après le travail de M. Wilhelm sur les tubes criblés de la vigne et en même temps que M. Russow poursuivait sur ce sujet des recherches plus générales, M. de Janczewski, professeur à l'université de Cracovie, entreprenait une série de recherches sur l'anatomie comparée de cet appareil (2).

M. de Janczewski passe successivement en revue tous les principaux groupes du règne végétal. Chez tous les cryptogames vasculaires, il montre que les tubes criblés, seul tissu caractéristique du liber, sont tout à fait homologues à ceux des phanérogames; ils ne contiennent jamais d'amidon, comme ceux des phanérogames et l'on n'y trouve pas de noyaux. Leur intérieur est rempli d'un liquide aqueux placé au milieu d'une mince couche de protoplasma pariétal. Enfin les pores des cribles peu nombreux sont toujours fermés.

Il faut insister sur la présence de substance vivante dans les tubes libériens très âgés et tout à fait formés, car ces tissus, à cet état de développement, ont été décrits jusqu'à présent comme des tissus morts.

Chez les gymnospermes, ce n'est que pendant sa période évolutive que le tube criblé est vivant; lorsqu'ils sont complètement différenciés, leur contenu devient tout à fait limpide, dépourvu de substances organisées et communique directement d'une cellule à l'autre à travers les cribles qui sont alors, chez les gymnospermes, absolument dépourvus de toute substance calleuse. M. de Janczewski distingue ainsi chez les gymnospermes deux périodes par lesquelles passe successivement ce tissu, la première rappelant les cryptogames, la seconde indiquant le passage vers les plantes supérieures. A ce point de vue spécial, comme à tant d'autres, le groupe des gymnospermes serait donc intermédiaire entre les cryptogames vasculaires, d'une part, et les angiospermes, de l'autre.

Au contraire, chez les angiospermes, il n'y a aucune distinction importante à faire entre la formation et le développement des éléments constitutifs du liber chez les monocotylédonées ou chez les dicotylédonées. Chez ces végétaux supérieurs, M. Janczewski distingue quatre époques successives dans le développement du tube libérien. Après la période évolutive qui montre que l'élément dérive d'une manière plus complexe que dans les gymnospermes des cellules cambiales, vient la période active qui commence à la perforation des cribles. A cette époque, les éléments des tubes contiennent encore une couche pariétale de protoplasma et souvent aussi une substance albuminoïde et des grains d'amidon. Les cribles sont alors composés d'un réseau de cellulose enveloppé par une substance calleuse gélifiée. Les cribles se forment alors en automne pour se rouvrir au printemps, ou bien sont quelquefois ouverts toute l'année.

Vient ensuite, après, l'époque transitoire pendant laquelle se détruit toute enveloppe calleuse et enfin il ne reste plus qu'un squelette de cellulose morte contenant en général un liquide aqueux, c'est l'époque passive. Le tube ne peut servir alors qu'à faire écouler l'eau d'un élément à un autre, et le plus souvent, chez les dicotylédonées, il est alors aplati ou rejeté et tombe avec les autres tissus de l'écorce.

M. de Janckzewski termine ainsi l'exposé de son important mémoire :

« La méthode comparée que nous avons suivie nous a appris que les tubes criblés n'ont pas la même organisation dans toutes les plantes vasculaires, mais que leur organisation devient de plus en plus compliquée, de plus en plus caractéristique et de mieux en mieux adaptée à un rôle physiologique qui est encore une énigme, à mesure que la plante dont ils sont l'attribut occupe un rang plus élevé dans l'échelle du règne végétal. »

M. Schwendener vient de publier de nouvelles recherches sur l'accroissement terminal de la racine des phanérogames (1). Ce sujet a été l'objet de très nombreux travaux dans ces dernières années, dont le dernier, dû à M. Flahault (2), montre que tous les types de développement décrits successivement chez les diverses phanérogames peuvent être réduits à deux : l'un, pour les monocotylédonées, l'autre, pour les dicotylédonées et les gymnospermes.

Mais dans tous les cas, on a trouvé aux différents tissus de la racine plusieurs cellules initiales, tandis qu'on n'en rencontre qu'une seule chez les cryptogames vasculaires, et l'on avait ainsi une caractéristique pour séparer les deux embranchements. Ce caractère emprunté au développement paraissait avoir une grande importance. M. Schwendener montre par son nouveau travail que les caractères tirés du développement des tissus n'ont pas plus chez la racine que chez les

M. Pax vient encore de vérifier les observations de M. Strasburger et de M. Guignard (*Beitrag zur Kenntniss des ovulums von Primula*. Breslau, 1882).

(1) Voy. *Revue scientifique* du 25 février 1882 (*Revue de botanique*).

(2) *Études comparées sur les tubes criblés* (*Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*, t. XXIII, avec 107 figures).

(1) *Ueber das Scheitelwachsthum der Phanerogamen-Wurzeln* (Berlin, *Sitz. der Kön. Ak. der Wisssensh. von Jahre*, 1882).

(2) *Ann. sc. naturelles*, 6e série, t. VI.

autres organes cette importance qu'on leur avait attribuée tout d'abord.

En effet, en regardant les choses d'un peu près, on peut rencontrer chez certaines phanérogames une disposition des cellules initiales qui ne correspond pas à la différenciation ultérieure des tissus en épiderme, écorce et cylindre central; on trouve même chez certains d'entre eux une cellule initiale terminale unique, qui produit tous les tissus comme chez les cryptogames vasculaires.

C'est ainsi que, si l'on fait une coupe longitudinale axiale dans la racine des graminées (le *Triticum repens*, par exemple), on trouve au milieu une file de cellules qui proviennent visiblement les unes des autres, de façon qu'on doit attribuer une origine commune à tous les tissus de la racine se rattachant à une initiale dédoublée; dans l'*Amarantus caudatus*, la cellule terminale serait détriplée; dans l'*Heleocharis palustris*, on ne voit qu'une seule cellule terminale parfaitement nette, en forme de tétraèdre comme celle des cryptogames vasculaires, et donnant naissance par ses quatre faces à tous les tissus de la racine.

M. Treub a complété son étude sur les loranthacées en examinant le sac embryonnaire du gui *Viscum articulatum* (1) dont il compare l'organisation au gui de nos pays, *Viscum album*, qui a été étudié par M. Van Tieghem. Avec ce dernier auteur, M. Treub constate qu'on trouve chez le gui la dégradation la plus profonde de l'appareil femelle, car non seulement il n'y a plus de placenta, mais il n'y a plus d'ovules, il n'y a que des sacs embryonnaires. Le *Viscum articulatum* est même encore plus dégradé que le gui ordinaire, car le nombre et la disposition des sacs embryonnaires n'est même plus en rapport, comme cela a lieu chez le second, avec le nombre des feuilles carpellaires.

M. G. Bonnier a eu l'occasion d'étudier une rose à prolifération centrale (2), c'est-à-dire dont la tige se continue au milieu de la fleur, pour donner plus haut des feuilles et un second bouton.

L'étude anatomique de cette rose peut servir à expliquer la structure très particulière que présente la coupe réceptaculaire de la rose normale. On voit que cette coupe peut être considérée comme formée, à la base, par un recourbement de l'axe sur lui-même, et aux bords, par la partie basilaire commune des sépales, pétales et étamines, nés sur cet axe.

Un certain nombre de cellules, et en particulier les vaisseaux du bois des gymnospermes, ont leurs parois ornées de ponctuations spéciales bien connues sous le nom de ponctuations aréolées, et qui permettent aux liquides de communiquer d'un élément à l'autre, tout en maintenant

(1) *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*, t. III, p. 1. Leyde, 1882.

(2) *Anatomie de la rose à prolifération centrale* (avec figures, *Bull. Soc. bot. de France*, t. XXVIII, p. 330).

dans la paroi une solidité, grâce à laquelle elle joue le rôle de soutien. M. Mikosch a étudié à nouveau le développement de ces ponctuations (1). Elles prennent naissance d'abord par un disque d'épaississement, et la petite lamelle qui subsiste persiste ordinairement après la mort des cellules, ainsi que l'avait indiqué M. Sanio, et contrairement aux opinions anciennement émises à ce sujet. Une étude plus approfondie de cette question a été faite par M. Russow (2).

Les plantations de café à Ceylan sont souvent dévastées par une maladie qui envahit les feuilles sur lesquelles on voit apparaître de petites taches d'un jaune sombre. M. Marshalk Ward a reconnu que cette maladie était due au développement d'un champignon de la famille des urédinées auquel on a donné le nom d'*Hemillia vastatrix* (3). Ce champignon étend son mycélium dans tous les tissus de la plante vivante; il donne deux sortes de spores. Les urédospores, émises par l'ouverture des stamats de la feuille germent facilement sur la plante vivante. Les teleutospores, d'abord peu différentes des premières, s'en distinguent facilement lorsqu'elles sont mûres; elles donnent, en germant, des filaments qui partent des spores secondaires (sproidies) germant très facilement au contact de l'eau.

M. Woronin vient tout récemment de publier un travail très détaillé pour servir à l'étude d'un groupe de champignons encore assez peu connus, les *ustilaginées* (4). Après avoir figuré et décrit en détail le développement et la germination des spores chez le *tuburcinia trientalis*, M. Woronin décrit et figure d'autres espèces nouvelles ou peu connues. Son mémoire se termine par un tableau d'ensemble donnant les caractères du groupe, de ses divisions et de ses divers genres.

Classification et botanique descriptive. — La classification des animaux telle qu'on l'établit actuellement est basée sur la considération comparée de tous les organes; on donne une valeur plus grande aux caractères les plus constants, mais la description sommaire de toutes les parties de l'organisme peut servir à la distinction des familles et des genres. Il n'en est pas de même en botanique. Ce n'est guère qu'à la fleur et au fruit qu'on emprunte les caractères descriptifs qui servent à établir les groupes.

M. Vesque s'est demandé si les familles dites familles naturelles pouvaient aussi se distinguer les unes des autres par des caractères anatomiques, pris en dehors des organes floraux. Il a constaté alors que, pour trouver de cette manière des caractères constants s'appliquant à la classification actuelle, il faut précisément choisir dans l'anatomie des or-

(1) *Untersuchungen über die Enstehung und den Bau der Hoftüpfel* (*Sitzb. der K. Akad. d. Wissensch.*, 1881).

(2) *Neue Dörptchen Zeitung*, septembre 1881.

(3) *Quart. Journ. of microsc. Sc.*, 1882.

(4) *Beitrage zur Kenntniss der Ustilagineen*, Francfort, Winter, 1882.

ganes végétatifs les parties qui ont le moins d'importance.

Les résultats de ce premier essai semblent cependant démontrer suffisamment à l'auteur qu'on pourrait, à la suite de chaque famille, indiquer les traits caractéristiques de l'anatomie des tissus des plantes qu'elle renferme.

Malheureusement les distinctions anatomiques semblent bien souvent plus artificielles que celles fondées sur la morphologie externe de la fleur et du fruit. C'est ainsi que la famille des renonculacées diffère de celle des dilléniacées, par ce que dans la seconde on trouve des cristaux en raphides; d'autres familles diffèrent entre elles par ce que chez l'une les poils sont à une cellule, chez les autres à plusieurs cellules (1). Au début d'une recherche aussi laborieuse on pouvait certainement espérer qu'on trouverait des caractères plus saillants, et M. Vesque a dû éprouver une certaine déception, ainsi que M. Treub, lorsqu'il a cherché de semblables caractères anatomiques dans les racines des plantes des diverses familles. En tout cas, l'auteur du nouveau mémoire aura mis en évidence de nombreux faits anatomiques nouveaux qui seront toujours d'importants documents.

M. Adrien Lemaire a publié un catalogue des diatomées des environs de Nancy (2), et plus récemment un travail considérable sur la détermination histologique des feuilles médicinales (accompagné de huit planches) (3). On y trouve, comme dans le travail de M. Vesque, une clef dichotomique où les caractères sont empruntés uniquement à l'anatomie de la feuille; l'auteur ne cherche pas à établir les caractères des groupes, mais simplement à donner une détermination pratique au microscope d'un fragment d'une feuille quelconque de plante employée en pharmacie.

M. Édouard Samy de la Chapelle a publié un important supplément au catalogue raisonné des lichens du Mont-Dore et de la Haute-Vienne (4), contrées qui comprennent 650 espèces décrites. On peut regretter toutefois que l'auteur ait cité en tête de ce supplément, avec approbation, une critique violente et peu probante de M. Nylander, dirigée contre la théorie schwendenerienne, aujourd'hui suffisamment prouvée, dans laquelle les lichens sont considérés comme étant des associations d'une algue et d'un champignon.

M. le comte Roger de Bouillé a donné des listes de plantes recueillies sur les pics les plus élevés des Pyrénées françaises; il y a joint, ce qui peut être fort utile, la composition du sol sur lequel les plantes étaient recueillies (5).

Nous terminerons cette revue en rappelant à tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la botanique la si utile *Société de botanique de France,* dont le bulletin très soigneusement imprimé, accompagné de planches ou de figures, paraissant régulièrement par livraisons, en est à son tome XXIX. Les travaux descriptifs s'y rencontrent aussi bien que les mémoires d'anatomie et de physiologie; en même temps qu'il y paraît un compte rendu des ouvrages ou mémoires français et étrangers, et une relation détaillée de la session extraordinaire annuelle qui se tient dans une région de la France. Tout membre de la Société (1) reçoit gratuitement ce bulletin, et toutes les communications adressées par les membres de la Société y sont imprimées en entier, ou tout au moins par extraits. Parmi les botanistes connus qui prennent une part active au développement de la Société et qui font de nombreuses communications, il suffit de citer les noms suivants: Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Cosson, Planchon, Chatin, Prillieux, Rose, Zeiller, etc.

(1) *L'anatomie des tissus appliquée à la classification des plantes* (*Nouv. Arch. du Muséum,* 1881, 2e série, p. 1).

(2) Nancy, Berger-Levrault, 1881.

(3) *De la détermination histologique des plantes médicinales.* Nancy, Collin, 1882.

(4) *Bull. Soc. bot. de France,* t. XXVIII, p. 333.

(5) *Sur la végétation de quelques-uns des pics les plus élevés des Pyrénées françaises* (*Bull. Soc. bot. de France,* t. XXVIII, p. 322).

(1) Pour devenir membre de la Société botanique de France, il suffit d'être présenté par deux membres et de verser une cotisation annuelle de 20 francs.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 15 MAI 1882.

Élections. — M. le ministre de l'instruction publique adresse l'ampliation du décret par lequel le président de la République approuve l'*élection de M. de Freycinet* en remplacement de M. Bussy, décédé.

Astronomie. — Observations des petites planètes faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année 1882, communiquées par M. *Mouchez*.

Mathématiques. — M. *Haton de la Goupillière :* Tambours spiraloïdes pour les câbles d'égale résistance.

— M. *G. Darboux :* Sur la représentation sphérique des surfaces.

Physique. — M. *A. Hurion :* Sur les conditions d'achromatisme dans les phénomènes d'interférences.

— MM. *Deprez* et *d'Arsonval* décrivent un galvanomètre apériodique à indications rapides qu'ils ont imaginé et qui est surtout destiné à accuser les courants dus à des forces électromotrices très faibles, telles que celles qui résultent des actions thermo-électriques ou du passage d'un fil de quelques centimètres de longueur traversant le champ magnétique d'un petit aimant.

— M. *E. Villari* indique que lorsqu'on décharge un condensateur en lui faisant produire une ou plusieurs étincelles, la longueur de la première n'est pas égale à la somme des longueurs des dernières, et la somme des longueurs des étincelles n'est pas toujours constante.

Appelant étincelle excitatrice celle qui se produit contre l'excitateur, et conjonctive celle qui a lieu dans une interruption de l'arc conjonctif :

1° Quand l'étincelle conjonctive L = o, L + L est minima (26 millimètres environ) ;

2° Quand l'une des étincelles L et L' est inférieure à 2 millimètres, l'autre s'allonge de manière que L + L' atteint une valeur maxima = 40 millimètres environ ;

3° Pour les valeurs de chacune des deux étincelles comprises entre 3 et 30 millimètres, L + L' est constante et égale à 32 millimètres environ.

Physique du globe. — M. *Dieulafait* ayant reconnu la présence simultanée en quantités tout à fait exceptionnelles dans les eaux de la mer Morte, des deux composés caractéristiques de toute eau d'origine marine, la lithine et l'acide borique, ce résultat vient compléter l'analogie que les eaux actuelles de la mer Morte présentaient déjà avec les eaux mères des marais salants de la période moderne. La mer Morte serait donc le résidu d'une mer intérieure qui a été séparée des océans à une époque qui reste à déterminer.

Chimie. — MM. *A. Bartholi* et *G. Saparogli* ont recherché où allait l'oxygène qui manque au pôle positif d'un appareil électrolytique où ce pôle est en charbon de cornue ou de bois ou en graphite.

En prenant le charbon de cornue ou le charbon de bois purifié par le chlore à une haute température, et l'eau distillée comme électrolyte, faisant ensuite passer un courant de 1200 Daniele, ils trouvèrent, deux jours après, l'électrolyte brun et légèrement acide. Réduisant les éléments de la pile, ils virent, quarante jours après, la désagrégation complète de l'électrode de charbon pesant environ 500 grammes.

Analysant alors l'électrolyte, ils y trouvèrent une matière qu'ils appellent mellogène, à laquelle ils ont assigné la formule $C^{11} H^2 O^4$, le composé barytique correspondant à la formule $C^{11} H^2 O^4$.

Le mellogène pur est une matière solide noire très brillante dont la cassure ressemble à celle du charbon de terre ; il est soluble dans l'eau, les alcalis et dans l'acide sulfurique monohydraté d'où l'addition d'un peu d'eau le précipite ; il est insoluble dans les autres acides minéraux, les alcools ordinaires, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine, etc. Le mellogène ne fond pas, brûle difficilement, n'est pas cristallisable, est doué d'un pouvoir colorant énergique. Sa solution aqueuse est précipitée par des acides et des sels minéraux ; mais les précipitations obtenues par les sels barytiques, plombiques et cupriques sont de véritables combinaisons. La propriété caractéristique de ce corps est sa facile oxydation donnant naissance à des acides de la série benzocarbonique. Son meilleur oxydant est l'hypochlorite de soude, mais il donne de l'acide mellique par la seule exposition à l'air pendant plusieurs mois de sa solution aqueuse.

Si on emploie des hydrates ou des carbonates alcalins pour électrolyte, on obtient surtout de l'acide mellique et ses dérivés.

Si on emploie le graphite comme électrode positive dans des solutions alcalines, on trouve les acides benzocarboniques ; dans les solutions acides, on obtient l'acide graphitique.

Le phénol dissous dans l'hydrate de potassium comme électrolyte est presque entièrement transformé en une substance dissoute dans le liquide alcalin, insoluble dans les acides minéraux, l'éther et la benzine, soluble dans l'alcool, réduisant la liqueur cupropotassique.

Ces auteurs ont donc réalisé une méthode de synthèse au moyen de l'électrolyse.

— M. *S. Wroblewski* contredit les résultats de MM. Khanikoff et Longumine, qui ont dit que jusqu'à 4 atmosphères la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau croît un peu plus vite que la pression.

M. Wroblewski pose au contraire ces deux lois :

1° La température restant constante, le coefficient de saturation, c'est-à-dire la quantité de gaz (mesurée en centimètres cubes à 0° et sous la pression d'une atmosphère) dissoute dans 1 centimètre cube croît beaucoup moins vite que la pression, tout en tendant vers une certaine limite.

2° La pression restant constante, ce coefficient augmente lorsque la température diminue.

Ces lois font que M. Wroblewski désespère d'obtenir jamais l'hydrate de l'acide carbonique $CO^2 + 8H^2O$. Il est évident que l'eau ne peut se convertir en hydrate par compression que lorsqu'elle tient en dissolution la quantité du gaz correspondant à la composition de cet hydrate.

Or en admettant que, sous une pression suffisante, cette valeur puisse être atteinte, ce ne pourrait être qu'à une température tellement basse que l'on ne peut espérer d'y amener l'eau sans la geler.

— MM. *A. Gautier* et *A. Étard* ont étudié le mécanisme de la fermentation des matières albuminoïdes en utilisant les travaux sur les alcaloïdes d'origine putréfactive et la désagrégation de ces matières albuminoïdes sous l'influence de la vie des infiniment petits.

Abandonnant de la chair de bœuf et de cheval pendant les grandes chaleurs de 1881, tout en mettant ces matières à l'abri des vibrions par certains artifices qu'ils ne font pas connaître, ils remarquèrent que ces muscles, acides et sans odeur au début, dégageaient après quelques jours une odeur acide et laissaient suinter un liquide sirupeux contenant par litre 21 à 22 grammes d'albumine coagulable par la chaleur et quelque peu de caséine.

Dans ce milieu, les fermentations lactiques et butyriques ne tardent pas à s'établir sous l'influence de grandes bacilles à trois ou 4 articles de bactéries en 8 et de granulations mobiles.

Les premiers jours il se dégage surtout de l'acide carbonique dont la proportion augmente jusqu'à devenir presque les 9/10 du volume de gaz.

La proportion d'hydrogène va, au contraire, en décroissant ; vers le dixième jour, et souvent même vers le sixième, il ne se trouve plus en même proportion que l'acide carbonique. L'azote libre apparaît le quatrième ou le cinquième jour en été, pour atteindre 11,5 pour 100 le vingt-sixième jour. On y rencontre, mais en proportion moindre, de l'hydrogène sulfuré et de l'hydrogène phosphoré, mais jamais d'hydrogène carboné.

La véritable fermentation putride apparaît avec l'azote.

Les grandes bacilles et les bactériums sont remplacés par des bacilles très petites, souvent trémulantes et à tête très réfringente, mélangées à des ferments punctiformes; ceux-ci attaquent la molécule albuminoïde par son côté uréique, le milieu devient alcalin par le dégagement d'ammoniaque ; alors la molécule protéique est réduite en partie, comme le

prouve le dégagement d'azote, d'hydrogène phosphoré et sulfuré ; mais la majeure partie passe à l'état de leucine et de leucéine, toujours accompagnés, entre autres produits, de carbylamines et de ptomaïnes.

Puis, au bout d'un certain temps, la fermentation s'arrête, alors même qu'on laisserait arriver l'air et l'eau.

La fermentation acide du début est un phénomène qui n'est pas nécessaire, ainsi que le prouve la fermentation alcaline de la chair de poisson étudiée par ces mêmes auteurs.

Dans ces expériences, toute l'albumine et la caséine sont transformées en produits extractifs qui seront l'objet d'une prochaine note.

— M. *Cazeneuve* a trouvé un camphre bichloré isomère de celui qu'il a décrit dans sa note du 13 mars et qui en diffère par son point de fusion, par son pouvoir rotatoire, son instabilité; il est mou comme le camphre, se masse sous le pilon, au lieu d'être, comme le premier camphre bichloré, cristallisé et facilement pulvérisé.

— MM. *Ph. de Clermont* et *P. Chautard* présentent une étude sur la purpurogalline; ce travail porte sur les actions chimiques qu'exercent sur ce corps les alcalis, les acides et particulièrement l'acide acétique et l'anhydride acétique.

Minéralogie. — MM. *Michel Lévy* et *L. Bourgeois,* appliquant à l'acide stannique les procédés qui leur ont donné des formes nouvelles de zircons cristallisés, ont prouvé le dimorphisme de l'acide stannique.

Physiologie pathologique. — MM. *O. Caillol de Poncy* et *Ch. Livon* donnent les résultats d'expériences sur l'empoisonnement chronique de l'arsenic sur des chats ; dans la première période, ces animaux semblent jouir de la plus parfaite santé; mais ils finissent par succomber dans un état de cachexie progressive.

Quant aux résultats histologiques, ils diffèrent peu de ceux de MM. Cornil et Brault qui avaient en vue l'empoisonnement aigu.

Botanique. — M. *Prillieux,* étudiant une maladie qui sévit sur les haricots de primeur des environs d'Alger, laquelle est produite par un champignon parasite, craint de voir se reproduire cette maladie à d'autres récoltes et même de la voir s'attaquer à d'autres plantes, si on ne recueille pas avec soin toutes les tiges malades ou mortes pour les brûler, et détruire ainsi le champignon qui autrement causerait de nouveaux dommages.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

Archives de zoologie expérimentale et générale (t. IX, 1881, nos 2, 3 et 4). — *Edmond Perrier :* Études sur l'organisation des lombriciens terrestres.— *Alex. Agassiz* (traduit par *L. Joliet*) *:* Parallélisme entre le développement paléontologique et le développement embryologique. — *Auguste Conil :* Nouveaux cas de myasis observés dans la province de Cordova (république Argentine) et dans la république de Venezuela. — *E. Maupas :* Contribution à l'étude des acinétiens. — *William Vignal :* Note sur l'anatomie des centres nerveux du mole (*Orthagoriscus Mola*). — *Aimé Schneider :* Sur les psorospermies oviformes ou coccidies, espèces nouvelles ou peu connues. — *N.-Ch. Apostolidès* et *Yves Delage :* Les mollusques d'après Aristote. — *Émile Yung :* De l'innervation du cœur et de l'action des poisons chez les mollusques lamellibranches. — *P.-P.-C. Hocck :* Nouvelles études sur les Pycnogonides.— *Henri de Lacaze-Duthiers :* Les progrès de la station zoologique de Roscoff et création du laboratoire Arago.

— Revue internationale de l'enseignement (2e année, n° 4, 15 avril 1882).— Assemblée générale de la Société.— *Edmond Dreyfus-Brisac :* L'instruction publique et la Révolution, lettre à M. Albert Duruy. — *G. Le Monnier :* La licence ès sciences naturelles. — — *Willmann :* Pédagogie et didactique. — Revue rétrospective des ouvrages de l'enseignement : Notice sur les collèges de Paris. — *C. Bufnoir :* Projet de sectionnement de l'agrégation en droit.

— Bulletin de la Société zoologique de France (1881, n° 6). — *E. Simon :* Descriptions d'arachnides nouveaux du genre *Erigone*.— *A. Certes :* Sur les résultats de l'examen microscopique des sédiments recueillis dans la Méditerranée et l'Océan, du vaisseau le *Travailleur*.— Sur les procédés de coloration des organismes microscopiques vivants. — *Alph. Dubois :* Remarques sur l'*Acanthoglossus Bruynii.* — *Jullien :* Note sur une nouvelle division des *Bryozoaires chéilostomiens.*

— L'Encéphale, journal des maladies mentales et nerveuses (décembre 1881, n° 4). — *Ball :* Étude de médecine légale, l'assassin Lefroy.— *J. Luys :* Du danger des sorties prématurées pour les aliénés à idées de suicide. — *B. Ball :* L'aliéné devant la société. — De l'érythème symptomatique des tumeurs cérébrales. — *J. Luys :* Contribution à l'étude d'une statistique sur le poids des hémisphères cérébraux à l'état normal et à l'état pathologique. — Contribution à l'étude des localisations cérébrales. — Surdité ancienne. — Atrophie des circonvolutions de la région cunéiforme.— Contribution à l'étude anatomo-pathologique de la paralysie agitante.— De la non-existence du tremblement sénile comme entité nosologique. — *Boucheron :* De la surdi-mutité par otopiesis. — *Régis :* Note sur le diagnostic différentiel de la folie à double forme et de la paralysie générale progressive. — *Rousseau :* Des effets de l'hémorragie du lobe paracentral. — Observations de narcolepsie dans la démence et l'épilepsie.

— Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou (1881, n° 2). — *C. Milachevitch :* Étude sur la faune des mollusques vivants et fluviatiles de Moscou. — *J. de Bedriaga :* Les amphibiens et les reptiles de Grèce. — *B.-J. Zinger :* Liste des phanérogames et des cryptogames vasculaires observés jusqu'à présent dans le gouvernement de Tula. — *V. Czerniavsky :* « Materialia ad zoographiam ponticam comparatam. » — *A.-A. Fischer de Waldheim :* Contribution à l'étude de la flore des phanérogames du gouvernement de Moscou. — *H. Trautschold :* Sur les fossiles dévoniens du Scheloni (fleuve du gouvernement de Pskow). — *K.-E. Lindeman :* Rapport annuel sur la Société impériale des naturalistes de Moscou pour l'année 1880-1881, lu en séance publique de la Société, le 3 octobre 1881.

— Proceedings de la Société d'histoire naturelle de Boston (t. XXI, 2e partie, décembre 1880-octobre 1881). — *W.-O. Crosby :* Géologie de la baie du Français. — *W.-M. Davis :* Remarques sur la géologie du mont Désert. — *F.-W. Putnam :* Présentation d'une collection archéologique provenant de Coahuila (Mexique). — *M.-E. Wadsworth :* L'appropriation du nom Laurentien par les géologues canadiens. — *F.-W. Putnam :* Collection paléolithique provenant de Wakefield, Mass. — *C.-C. Abbot :* Esquisse historique de la découverte d'objets paléolithiques dans la vallée de la Delaware.— *H.-W. Haynes :* Les objets d'argilite trouvés dans les graviers de la Delaware comparés aux objets paléolithiques d'Europe.— *G.-Fred. Wright :* Essai d'estimation de l'âge des graviers de Trenton, N. J., dans lesquels on trouve des objets paléolithiques. — *Carr, Wadsworth* et *Putnam :* Remarques sur les notes précédentes. — *H.-A. Hagen :* Liste des publications du docteur T.-W. Harris non mentionnés dans la « Correspondance de Harris ». — *Edw. Burgess :* Note sur l'aorte des lépidoptères. — *J.-W. Dawson :* Note sur les spirorbis renfermés dans un nodule de pierre ferrugineuse provenant de la baie Mazon. — *N.-S. Shaler :* Sur les phénomènes récents de progression et de recul des glaciers. — *S.-H. Scudder :* Sur le *Lithosialis bohemica*. — *J.-S. Diller :* Sur les felsites des environs de Boston.— *J.-S. Kingley :* Un cas de polymélie chez les batraciens. — *M.-E. Wadsworth :* Étude microscopique du minerai de fer de Cumberland provenant de Rhode-Island. — *W.-W. Dodge :* Notes sur la géologie de l'est du Massachusetts.— *F.-W. Putnam :* Exploration archéologique récente à Madisonville (Ohio).— *Edw. Burgess :* Structure de la bouche chez la larve de dytique. — *Fréd.-A. Lucas :* Les espèces d'orangs.—

N.-F. Merrill : A propos de la collection lithologique de l'expédition du 40e parallèle.

— Archives générales de médecine (mai 1882). — *Albert Blum :* Du doigt à ressort. — *Ramonet :* De l'action et des règles de la médication phéniquée dans la fièvre typhoïde. — *Dr Joal :* Des rapports de l'asthme et des polypes muqueux du nez. — *Bousquet :* Histoire et doctrine. — *J. Chauvel :* De la résection du os du tarse ou tarsotomie dans le traitement du pied-bot invétéré. — *Ch. Lasègue :* Note sur la séméiotique de la langue.

— Journal de l'anatomie et de la physiologie normale de l'homme et des animaux (n° 2, mars-avril). — *Monnier* et *Vogt :* Note sur la fabrication artificielle des éléments organiques. — *J. Barrois :* Embryogénie des bryozoaires, essai d'une théorie générale du développement basée sur l'étude de la métamorphose. — *H. Beauregard* et *Boulart :* Recherches sur les appareils génito-urinaires des balœnides. — *G. Pouchet :* Sur le sang des crustacés.

— Archiv fur physiologie (1881, fascicule 6). — *Schwenburg :* Action des mouvements du diaphragme sur les oscillations respiratoires de la pression artérielle. — *Anrep :* Absorption dans l'estomac de l'homme. — *Ogata :* Dédoublement des graisses dans l'estomac. — *Langendorff* et *Gurtler :* Influence de la moelle allongée sur la respiration. — *Gad :* Influence du nerf vague sur l'incitation des mouvements respiratoires. — *Munk :* Excitation et inhibition. — *Wernicke :* Dégénérescence secondaire de la moelle. — *Bajensky :* Recherches sur le cervelet. — *Gad :* Arrêt réflexe de la respiration. — *Brandt :* Relation entre la vie des animaux et la vie des végétaux. — *Scheuler :* Description d'un ophtalmoscope. — *Du Bois-Reymond :* De la véritable orthographe du mot *curare.*

— Archives de neurologie (numéro 8, mars et avril 1882). — *Charcot* et *Richer :* Contribution à l'étude de l'hypnotisme chez les hystériques, du phénomène de l'hyperexcitabilité neuro-musculaire. — *Blaise :* De la cachexie pachydermique. — *Ch. Féré :* Notes pour servir à l'histoire de l'hystéro-épilepsie. — *Bourneville* et *Bonnaire :* Lésion ancienne du lobule de l'insula.

— Mémoires de la Société d'antropologie de Paris (2e série, t. II, 3e fascicule). — *A. Bordier :* Instructions pour un médecin d'hôpital à Port-au-Prince (Haïti). — *Jules Crevaux :* Sur les Indiens roucouyennes. — *Jules Geoffroy :* De la connaissance et de la dénomination des couleurs dans l'antiquité. — *J. Harmand :* Les races indo-chinoises. — *Maurel :* Étude anthropologique et ethnographique sur deux tribus d'Indiens vivant sur les rives du Maroni : les aracouyennes et les galibis.

— Archives de physiologie normale et pathologique (n° 3, avril 1882). — *Dastre* et *Morat :* Sur la fonction vaso-dilatatrice du nerf grand sympathique. — *Augustus Waller :* Sur le temps perdu de la contraction d'ouverture. — *Straus* et *Germont :* Des lésions histologiques du rein, chez le cobaye, à la suite de ligature de l'uretère. — *Albert Gombault :* Étude sur la gastrite chronique avec sclérose sous-muqueuse hypertrophique et rétro-péritonite calleuse. — *Kiéner* et *Kelsch :* Les altérations paludéennes du rein, la néphrite paludéenne aiguë et chronique.

— Revue internationale des sciences (nos 1 à 3, janvier à mars 1882). — *Budin :* Sur une disposition particulière des œufs dans la grossesse gemellaire. — *Moritz Wagner :* De la formation des espèces par ségrégation. — *A. Hovelacque :* Buffon anthropologiste. — *Dollo :* Les oiseaux dentés du Far-West, l'Archéoptérix et les affinités de la classe des oiseaux. — *Barral :* Les applications de l'électricité à l'agriculture. — *Corre :* La mère et l'enfant dans les races humaines. — *Graham :* La chimie de la panification.

— Revue médicale de la Suisse romande (n° 2, février 1882). — *Long :* Note sur un cas de rage chez l'homme. — *L. Secretan* et *Largnier :* Calcul biliaire volumineux expulsé par l'anus. — *Carrard :* Occlusion intestinale par calcul biliaire. — *Dubois :* Note sur deux calculs biliaires volumineux.

— Annales de la Société géologique du Nord (t. IX, 1re livraison). — *Grand'Eury :* Note sur les empreintes houillères récoltées dans les Asturies par M. Ch. Barrois. — *Jannel :* Excursions géologiques dans le golfe rhénan de Charleville. — *Six :* Sur les stromatopores (analyse d'un mémoire de M. Bargatzky). — *Dupont :* Note sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique, avec des observations de M. Gosselet.

— Archiv fur die gesammte physiologie (t. XXVII, fascicules 1, 2, 3 et 4, 1882). — *Wedenskii :* Influences des excitations électriques du pneumo-gastrique sur la respiration des mammifères. — *Müller :* Action de l'acide urique, de la créatinine et de l'urine de l'homme sur la dissolution du sulfate de cuivre dans la potasse. — Modification à apporter pour le dosage du sucre. — *Reinke :* Action des courants galvaniques sur le protoplasma des cellules végétales vivantes. — *Jager :* Circulation pulmonaire et pression de l'artère pulmonaire. — *Luchsinger :* Excitation et inhibition. — *Wintschgau :* Mesure de la rapidité des mouvements de l'iris. — *Rossbach :* Paralysie du muscle cardiaque par des excitations directes ou nerveuses.

— Kosmos (t. V, fascicules 11 et 12). — *Soury :* Des doctrines hylozoïques des philosophes modernes. — *Müller :* Polymorphisme des fleurs de la *Centaurea Jacca.* — *Nathan :* Localisation des fonctions cérébrales dans le cerveau de l'homme et des animaux. — *Fligier :* Nationalité des peuplades illyriennes. — *Focke :* Moyens de protection des plantes contre les cryptogames inférieurs. — *Hornes :* Généalogie des diverses formes du *Megalodus* et ses transformations dans les époques géologiques plus récentes. — *Fligier :* Relations préhistoriques des Indo-Européens avec les peuples chinois et hongrois.

— Rivista di filosofica scientifica (t. I, n° 4). — *Herbert Spencer :* Local governing agencies. — *Siciliani :* Doctrines et méthodes dans l'histoire des sciences. — *Buccola :* Perception du mouvement dans l'espace et vitesse des sensations musculaires. — *Maggi :* Les idées de Hæckel sur la morphologie de l'âme. — *Morselli :* Un caractère atavique de l'évolution humaine.

— Archivio per l'anthropologia et l'etnologia (t. XI, fascicule 3, 1881). — *Belucci :* Relation du congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique de Lisbonne. — *Krauss :* Instruments musicaux des Chinois de la Sibérie occidentale. — *Sommier :* A travers le pays des Baskirs (Oural et Volga). — *Belucci :* L'homme tertiaire au Portugal. — *Nicolucci :* Du poids du cerveau de l'homme. — Des habitants des Iles Figgi. — Des habitants de la baie d'Assab. — Races humaines au Kordofan. — Note sur la population d'Aden.

— Studies from the biological laboratory (John Hopkins University : Baltimore, t. II, n° 2). — *Brooks :* Liste des méduses trouvées à Beaufort pendant les étés de 1880 et 1881. — *Playfair Mac Murisch :* Des cellules de test de l'œuf des Ascidies et de leur origine. — *Stenberg :* Des bactéries qui existent chez les individus sains sur les muqueuses et dans le canal intestinal. — Septicémie chez le lapin par injection sous-cutanée de salive humaine. — Expériences sur les désinfectants. — *Newell Martin :* Influence des variations de la pression artérielle sur l'impulsion cardiaque. — *Warfield* et *Howel :* Influence des changements de la pression artérielle sur le pouls. — *Garman* et *Colton :* Développement de l'*Arbacia ponctulata.* — *Mitsukuri :* Description de quelques formes aberrantes des branchies des Lamellibranches. — *Wilson :* Développements de quelques annélides polychètes. — *Brooks :* Origine et développement des œufs de *Salpa.*

— Journal of mental science (n° 121, avril 1882). — *Gasquet :* De l'insanité morale. — *Nicolson :* Observations sur l'état présent et passé de la société et ses rapports avec l'étude mentale des criminels. — *Fox :* De l'éducation des aliénés et du système en usage à l'asile de Richmond (Dublin). — *Mickle :* Hallucinations dans la paralysie des aliénés et ses rapports avec les localisations cérébrales. — *Hacktuke :* Expertises mentales et responsabilité des criminels. — *Howden :* Manie avec hyperesthésie et ostéomalacie. — *Gasquet :* Usage de l'atropine comme sédatif. — *Wiglesworth :* Démence unie à la chorée. — *Sutherland :* De l'alimentation forcée. — *Bacon :* Substances chimiques de l'Hyoscyame. — Guérison après trois ans d'une manie aiguë hallucinatoire. — *Mickle :* Lésions destructives de l'encéphale et maladie de la moelle. — Le cas d'Isaac Brocks et Guiteau.

— Journal of the anthropological institute (t. XI, n° 3, février 1882). — *Woodthorpe :* De quelques tribus sauvages ou Nayaïls, habitant la frontière nord-est de l'Inde. — *Thanne :* Des crânes du *Nagas.* — *Howorth :* Études ethnologiques sur les Bulgares. — *Man :* Objets trouvés dans les Iles Andaman et les Iles Nicobar. — *Thomson :* Description de colliers en os des Iles Nicobar. — *Harrison :* Description d'une ardoise gravée trouvée à Twyn. — *Barthe frère :* Des lois, des relations entre les sauvages et les gens civilisés et leurs applications à la colonisation.

— Bulletin de la société de géographie (octobre 1881). — *Léon Perrot :* Itinéraire de Géryville à Figuig et retour. — *L. Quintin :* Étude ethnographique sur les pays entre le Sénégal et le Niger. — Général *Faidherbe :* Dictionnaire de la langue Poul, augmenté par L. Quintin.

— Revue maritime (t. I, janvier 1882). — *E. Fabre :* Étude comparative sur les comptabilités matières de la guerre et de la marine — Les Scharpees en France. — *A. Martial :* Mission scientifique en Laponie. — *L. Vidat :* Centre de gravité et moment d'inertie de la surface hélicoïdale. — *J. Lephay :* De la circulation générale atmosphérique à la surface des océans. — *A. Masseau :* Les Ronzinelli, commerce des vieux filets. — *A. Delteil :* Organisation de la station agronomique de la Réunion. — Pénétration au Soudan (Sénégal, Niger) suite. — *G. des Grois :* Étude sur le droit Indou — *Gemähling.* — Combat naval du Cap Ortegal. — *Brionval :* J. Faron, général d'infanterie de marine — Nécrologie.

— Journal de pharmacie et de chimie (t. V, mai 1882). — *A. Vulpian :* Sur des essais de traitement sur la fièvre typhoïde au moyen du salicylate de bismuth. — Désinfection de l'alcool du commerce. — *Oberlin* et *Schlagenhauffen :* Nouvelles recherches sur l'eau de Schinznach. — *Caseneuve :* Sur la reconnaissance d'un alcool dénaturé. — *John Castelaz :* Note sur la teinture d'iode. — *J. Regnauld :* Recherches sur la production de l'oxychlorure de carbone dans le chloroforme. — *Benoit, de Joigny :* Sur les préparations de quinquina. — *F. Bellamy :* Tube de sûreté pour les appareils producteurs de gaz. — *Barnouvin :* Note sur un dépôt observé dans la liqueur arsenicale de Boudin. — *Faithorne :* Recherche du fer dans l'urine. Nettoyage des mortiers. — *Guichard* et *Ch. Thomas :* Sur le rouge végétal ou rouge de Bordeaux.

— Bulletins de la société d'anthropologie de Paris (t. V, janvier à mars 1882). — *Topinard :* Chancha de la république de l'équateur. — Discussion sur les Fuégiens. — *De Mortillet :* Age du crâne d'Engis. — *Corre :* Sur quelques crânes de criminels conservés au musée de Brest. — *Vinsen :* Sur le monument de Victor Jacquemont. — *Chudzinski :* Crâne du sorcier néo-calédonien qui accompagnait le chef de l'insurrection canaque. — *Olivier Beauregard :* Sur une pratique superstitieuse des Indiens de la Pampa. — *Delaunay :* De la méthode en anthropologie. — *Litton Forbes :* Les chutes du Colorado. — *Deniker :* Sur les mensurations des peuples de la vallée de l'Indus. — *Hamy :* Sculptures anciennes de Californie. — *Manouvrier :* Valeur de la taille et du poids du corps comparés à la masse de l'encéphale et à la masse du corps. — *Millescamps :* Fouilles de Breny. — *Foley :* Sur les collections de la société. — *Mathias Duval :* Sur le sens de l'espace. — *Duval :* Discussion sur le poids relatif du cerveau. — *De Mortillet :* Trépanation préhistorique. — *John Beddoe :* Couleur des cheveux et des yeux dans la France du nord et dans la France du centre.

— Journal de physique (avril 1882). — *A. Cornu :* Sur une loi simple relative à la double réfraction circulaire naturelle ou magnétique. — *A. Crova* et *Lagarde :* Détermination du pouvoir éclairant des radiations simples. — *J.-B. Baille :* Mesure des potentiels correspondant à des distances explosives déterminées. — *Malard* et *Le Chatelier :* Étude sur la combustion des mélanges gazeux explosifs. — *A. Michelson :* Nouveau thermomètre très sensible.

— Journal des économistes (avril 1882, n° 4). — *A. de Foville :* Le budget de 1883. — *Léon Ami :* Négociations commerciales avec l'Angleterre. — *Émile Ollivier :* De la liberté des sociétés. — *Jacques Valserres :* Le crédit agricole. — *Maurice Bloch :* Revue des principales publications économiques de l'étranger.

— Annales agronomiques (avril 1882). — *Duclaux :* Rapport sur les travaux exécutés en 1881 à la station laitière du Fau. — *P.-P. Dehérain* et *Meyer :* Recherches sur le développement du blé. — *A. Boitel :* Herborisations agricoles en Algérie. — *A. Petermann :* Essais sur la valeur agricole de la laine dite dissoute. — *Michel Andrews :* Sur les différents modes de culture et de préparation du lin en Algérie. — *A. Renouard* fils : Culture et décortication de la ramie en France. — *P.-P. Dehérain :* Culture du champ d'expérience de Grignon en 1881. — *A. Petermann :* Analyses de matières utilisées dans la préparation des compostes. — *P.-P. Dehérain :* Notice nécrologique sur Joseph Decaisne.

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — M. A. Lallemand, doyen de la faculté des sciences de Poitiers, président de la section de physique, a adressé la lettre suivante aux membres de l'association française.

« Le prochain congrès de l'association française pour l'avancement des sciences se réunira à la Rochelle du 24 au 31 août 1882.

« Chargé de préparer les travaux de la section de physique pour cette réunion, j'ai l'honneur de vous demander d'assister au congrès et de prendre une part active aux travaux de la section, soit par votre présence soit en y présentant un ou plusieurs mémoires sur des sujets de votre choix.

« Je vous prie de m'en faire connaître les titres aussitôt qu'il vous sera possible, et pour que le programme des travaux du congrès qui paraîtra aux premiers jours de juillet puisse en contenir l'indication. »

— Observatoire populaire. — L'Observatoire populaire du Trocadéro avait mis, le jour de l'éclipse, quatre lunettes astronomiques et autant de télescopes ainsi que des jumelles et des verres noirs à la disposition du public. A six heures du matin, il y avait déjà environ cent personnes. Chaque instrument était confié à la garde d'un aide qui avait pour fonction d'aider le public à bien voir le phénomène.

Un des aides avait disposé le télescope de 20 centimètres de diamètre, dont il était chargé, en instrument de projection donnant sur une glace dépolie une belle image de l'éclipse et des nombreuses taches solaires facilement observables par plus de quinze personnes à la fois.

Cette disposition a permis d'examiner les détails d'un bon nombre des taches et de voir aussi les profils noirs des montagnes lunaires dessinés sur l'image illuminée du soleil. L'on a pu prendre plusieurs calques des taches solaires et de l'éclipse.

— La statue de Mariette a Boulogne-sur-Mer. — Le 16 juillet, l'inauguration de la statue de Mariette pacha aura lieu à Boulogne-sur-Mer, la ville natale du célèbre égyptologue.

Cette inauguration sera présidée par M. le ministre de l'instruction publique, assisté d'une délégation de l'Académie des inscriptions et belles-lettres et des délégations de plusieurs sociétés savantes d'Angleterre; elle sera l'occasion de fêtes splendides, qui dureront plusieurs jours, concours international d'orphéons, de musique d'harmonie.

La statue, en bronze, œuvre magistrale de M. A. Jacquemart, a été offerte par l'État, et le piédestal par la ville de Boulogne-sur-Mer.

Voulant compléter l'œuvre de M. Jacquemart par une ornementation qui la rende vraiment digne du savant illustre en l'honneur de qui le monument est érigé, un comité local, composé en grande partie d'anciens élèves du collège communal de cette ville, où Mariette fut successivement élève et professeur, organise une souscription particulière à laquelle voudront certainement participer tous ceux qui ont gardé le souvenir des grands travaux accomplis par Mariette pacha et des richesses inappréciables dont il a su doter le musée du Louvre.

Les souscriptions doivent être adressées à M. Eugène Martel, principal honoraire du collège, président de la Société académique de Boulogne, ou à M. R. Platrier, principal du collège communal de Boulogne-sur-Mer.

— Académie de médecine de Turin. — Le sujet adopté par l'Académie de médecine de Turin pour le concours au prix Riberi 1886 (prix de 20 000 francs) est le suivant : *Recherches embryologiques pour l'avancement de nos connaissances sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie de l'homme.*

Les conditions du concours sont les suivantes :

Pour être admis au concours, les travaux imprimés ou manuscrits doivent être écrits en italien, en français ou en latin.

Les travaux doivent être publiés postérieurement à 1881, et ils devront être envoyés en double exemplaire et franc de port à l'Académie.

Les manuscrits doivent être écrits lisiblement; l'Académie conserve l'original et permet à l'auteur d'en tirer des copies à ses frais.

Si l'Académie confère le prix à un travail manuscrit, l'auteur devra, avant de recevoir le prix, le publier et remettre à l'Académie deux copies de la publication.

Le gérant : Félix Alcan.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [837]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 22 2 JUIN 1882

ANTHROPOLOGIE

La question du poids de l'encéphale et de ses rapports avec l'intelligence.

On s'est demandé depuis bien longtemps si, de même qu'il existe une relation entre le volume des muscles et la force musculaire, par exemple, il n'en existe pas une aussi entre le volume ou le poids du cerveau et l'intelligence.

Cette dernière relation n'est pas, tant s'en faut, aussi facile à apprécier que la première, car on ne mesure pas l'intelligence aussi aisément que la force musculaire. Et puis, les partisans des explications métaphysiques ont toujours regardé d'un mauvais œil cette prétendue relation qui existerait entre une propriété physique aussi *grossière* que le poids d'un organe et une faculté aussi subtile que l'intelligence, ce dernier refuge de la dernière des forces vitales. Aussi les sarcasmes ont-ils plu et pleuvent-ils peut-être encore sur les partisans d'une telle relation. Les détracteurs du poids cérébral ont eu quelquefois beau jeu, grâce à certaines exagérations.

Les objections scientifiques ont d'ailleurs accompagné les sarcasmes. Dans la discussion qui s'éleva, il y a vingt ans (1), au sein de la Société d'anthropologie, sur la question des rapports du volume du cerveau avec l'intelligence, un anatomiste, un savant aussi estimé pour son caractère que pour son talent, Gratiolet, protesta contre la signification que l'on attachait au poids de l'encéphale. Il admettait cependant que le crâne « de ceux qui pensent et imaginent beaucoup » est *en général* plus grand que celui des hommes vulgaires (2), mais il attachait une plus grande importance à la forme du crâne et du cerveau, qualité moins grossière en apparence et plus mystérieuse.

Gratiolet rencontra, en cette occasion, un adversaire digne de lui et dont la gloire devait surpasser la sienne : son compatriote Paul Broca. L'illustre organisateur de l'anthropologie était peu embarrassé des idées métaphysiques, surtout dès qu'il s'agissait de science. Aussi accordait-il sans répugnance une signification plus grande au volume du cerveau. Toutefois il faisait, lui aussi, d'importantes restrictions et n'admettait une relation entre le poids cérébral et l'intelligence que *toutes choses égales d'ailleurs.*

Il n'y avait donc, au fond, qu'une divergence assez faible entre l'opinion de Gratiolet et celle de Broca; mais la discussion, qui fut très vive et dura plusieurs mois, exagéra cette divergence au point que les deux adversaires purent paraître à certains moments d'avis complètement opposés. Or, Broca étant parvenu à réfuter la plupart des objections que lui présentait Gratiolet, la victoire appartint au poids cérébral dont les rapports avec l'intelligence sont restés, depuis lors, incontestés.

Ils le sont restés même un peu trop, semblerait-il, car, ainsi qu'il arrive souvent, le vainqueur a trouvé des partisans trop convaincus. Son adversaire fut prématurément enlevé à la science, et tandis que lui-même, sans cesse en contact avec les faits, ne pouvait s'écarter de la voie scientifique, d'autres auteurs, moins ardents à s'instruire et à chercher qu'à faire des livres, n'ont retenu, de l'opinion du maître, qu'une formule vague et insuffisante. Ils ont exploité cette formule au service de leurs théories et ont oublié les restrictions indiquées par Broca, au point de discréditer le poids du cerveau et de faire méconnaître sa véritable signification.

Il n'est pas possible d'entrer ici dans de plus longues considérations historiques, aussi ne remonterai-je point à l'opi-

(1) *Bulletin de la Société d'anthropologie,* 1861.

(2) *Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence,* par Gratiolet, t. II, p. 308.

nion d'Aristote ni des autres auteurs anciens. Il me suffira de constater que, depuis vingt ans, c'est-à-dire depuis la discussion dont je viens de parler et la publication du mémoire de Broca (1) sur le volume du cerveau, l'interprétation du poids de l'encéphale n'a fait aucun progrès. Quelques-uns des mémoires publiés sur ce sujet ne contiennent que des redites et des dissertations plus pompeuses que scientifiques. Cependant, sans parler des nombreux chiffres laborieusement amassés par Broca et ses élèves, des documents très précieux sont venus s'ajouter à ceux qui existaient en 1861, grâce aux importants travaux de Calori (2), de Bischoff, de Benedikt, de Nicolucci, de Charlton Bastian et d'autres auteurs, sans parler des chiffres, plus nombreux encore, publiés soit en France soit à l'étranger, sur la capacité crânienne.

Je n'approfondirai pas aujourd'hui l'interprétation du poids de l'encéphale, devant publier prochainement sur ce sujet un mémoire dont j'espère pouvoir donner un aperçu aux lecteurs de la *Revue scientifique*. Je dois me borner, pour cette fois, à exposer la question telle qu'elle se présenterait actuellement à celui qui voudrait en faire l'objet de ses méditations ou de ses recherches.

J'utiliserai dans cet article les travaux les plus récents, mais j'utiliserai aussi, dans l'appréciation des faits, mes propres recherches, afin de présenter la question sous une forme qui puisse laisser pressentir au lecteur les résultats que j'exposerai dans un second article.

I.

DU POIDS ABSOLU DE L'ENCÉPHALE.

Bien que le poids ou le volume de l'encéphale et la capacité du crâne ne soient pas des quantités absolument équivalentes, comme elles ont la même signification au point de vue physiologique, nous pouvons suppléer au défaut des notions sur l'une de ces quantités par les données que nous possédons sur l'autre. Les capacités crâniennes ne peuvent être comparées qu'entre elles et seulement lorsqu'elles ont été obtenues par le même procédé. On ne peut les comparer à des poids cérébraux. Mais si l'on voulait, dans un cas particulier, savoir approximativement à quel poids cérébral correspond telle ou telle capacité crânienne, on n'aurait qu'à multiplier la capacité crânienne, exprimée en centimètres cubes, par le nombre 0,870. Cet *équivalent pondéral* de la capacité du crâne est un équivalent moyen. Je l'ai obtenu expérimentalement en opérant sur les crânes de quinze individus des deux sexes et de diverses races, principalement des nègres (musée Broca), dont les poids encéphaliques étaient connus. Si l'on applique cet équivalent à la détermination du poids du cerveau chez les Parisiens, sachant que leur capacité crânienne est de 1559 centimètres cubes, on obtient le nombre 1356. Or le poids réel obtenu par le professeur Sappey est de 1358 grammes.

D'autre part, le poids moyen des cerveaux pesés par Broca dans les hôpitaux Saint-Antoine et de la Pitié = 1356 et 1357 grammes.

Il va sans dire que l'équivalent 0,870 ne peut servir à transformer que les capacités crâniennes obtenues par le procédé du plomb régularisé par Broca.

Passons maintenant à l'examen des chiffres dont dispose aujourd'hui la science.

1° *Poids de l'encéphale dans la série des vertébrés.*

Parmi les vertébrés, c'est chez les mammifères que le poids de l'encéphale est le plus considérable. Après les mammifères viennent les oiseaux, puis les reptiles et les poissons. C'est dans le même ordre que nous rangerions les divers groupes de vertébrés d'après l'idée que nous nous faisons du degré de leur intelligence.

Le tableau suivant montrera que la supériorité du poids encéphalique des mammifères sur celui des oiseaux et des reptiles n'est pas imputable seulement au volume du corps.

Poids de l'encéphale.

	Grammes.	
Éléphant.	4895,00	
Baleine.	2816,00	(Rudolphi).
Dauphin	1773,00	
Homme	1358,00	(Sappey et Broca).
Cheval.	534,00	(Leuret).
Gorille	420,00	(Broca) (1).
Orang	365,00	(Id.).
Chimpanzé	387,00	(Id.).
Roussette.	8,00	(Broca et Chudzinski).
Loup.	135,00	(Id.).
Chien de berger. . . .	93,00	(Id.).
Macaque	73,00	(Id.).
Castor	43,00	(Id.).
Chat.	28,00	(Id.).
Rat	4,00	(Id)..
Autruche.	30,59	
Oie	7,65	
Perroquet	4,30	
Pie mâle.	4,20	
Poule	2,00	
Grive.	1,91	
Moineau	1,11	
Crocodile (2). moins de	10,00	(R. Blanchard).
Lézard vert.	0,05	(Leuret).
Grenouille	0,01	(Id.).
Squale-renard	9,40	(Id.).
Brochet	1,30	

Il n'est pas besoin de faire remarquer que dans chaque

(1) Voir *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 1861.

(2) D'après le relevé publié dernièrement par M. Topinard dans la *Revue d'anthropologie*. Janvier 1882.

(1) *Registres du laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études.*

(2) Ce crocodile, long de $2^m,85$ et du poids de 70 kilogrammes, est un de ceux qui viennent d'être utilisés dans le laboratoire de M. Paul Bert, par MM. Regnard et Blanchard.

ordre pris en particulier, les divers animaux sont loin d'être classés, par leur poids cérébral, d'après leur degré d'intelligence. Trois grandes espèces de mammifères l'emportent sur l'homme quant au poids de l'encéphale : elles le doivent évidemment à la masse énorme de leur corps. Mais l'homme procède des animaux beaucoup plus gros que lui : cette supériorité est sans doute en rapport avec son intelligence. C'est ainsi, également, que l'éléphant l'emporte sur la baleine, le perroquet sur la poule, etc., etc.

En tenant compte de ces deux facteurs, intelligence et taille, on s'explique assez bien l'ordre du tableau ci-dessus ; mais on voit à quels mécomptes on s'exposerait en ne tenant compte que de l'intelligence seule ou de la taille seule.

Pour faire ressortir l'énorme influence de la taille de l'animal sur le volume de son cerveau, il est peut-être utile de comparer entre eux, non pas le rat et l'éléphant, mais des animaux de même espèce ou du moins aussi peu différents que possible par leur organisation et par leur intelligence. Voici quelques chiffres :

	Grammes.	
Grand cheval	856,00	(Broca et Chudzinski).
Petit cheval	496,00	(Id.).
Ane	377,00	(Id.).
Chien de Terre-Neuve	116,00	(Id.).
Petit chien griffon	45,00	(Id.).
Chat sauvage	72,00	(Id.).
Chat ordinaire (petit)	28,00	(Id.).
Autruche	30,59	
Oie	7,65	

Il est remarquable qu'on ne soit point obligé de recourir à des considérations hypothétiques indépendantes du poids pour comprendre la raison du rang occupé par chaque animal et par l'homme en particulier dans les tableaux ci-dessus. Par conséquent, il est permis de croire que les encéphales des différents mammifères, par exemple, sont comparables entre eux pondéralement, et il est possible, dès lors, de tirer des chiffres qui précèdent quelques déductions assez importantes.

1° L'excès du poids cérébral de l'homme sur celui du gorille (942 gr.) ne peut être dû qu'à une supériorité indépendante de la grosseur du corps, puisque le gorille est un animal plus gros que l'homme. Cette supériorité indépendante de la taille (appelons la supériorité intellectuelle jusqu'à nouvel ordre) est donc suffisante pour donner à l'homme un excès de poids encéphalique au moins égal à 942 gr. Ainsi les deux tiers du poids encéphalique de l'homme moyen seraient imputables à la supériorité que celui-ci possède sur le gorille et, par conséquent, le volume du corps influerait moins sur le poids du cerveau humain que l'intelligence ou que les autres facteurs qui peuvent accroître le poids cérébral.

Ce résultat, dont il serait trop long d'examiner ici la portée, se trouve corroboré par d'autres faits relatifs à l'espèce humaine considérée en particulier. Nous le montrerons ultérieurement.

2° Si, maintenant, nous comparons le poids de l'encéphale de l'éléphant à celui du chien, nous constatons l'énorme différence de 4802 gr. à l'avantage de l'éléphant. Or l'éléphant n'étant pas plus intelligent que le chien, autant que nous pouvons en juger, toute cette différence, au moins, est imputable à la différence de volume du corps. Nous sommes ainsi amené à conclure que, chez l'éléphant, contrairement à ce qui a lieu chez l'homme, la presque totalité du poids de l'encéphale est en rapport avec le poids du corps.

Il m'est impossible de pousser plus loin ces déductions sans m'écarter du cadre que je me suis tracé pour aujourd'hui. Qu'il me suffise de dire que leur justesse se trouve confirmée par la suite de mes recherches sur ce sujet. Qu'il me soit permis en même temps de faire observer, à titre de réserve, que la terminologie courante dont je suis obligé de faire usage ne doit pas faire préjuger de mes conclusions sur la nature intime des rapports du poids de l'encéphale soit avec l'intelligence soit avec tout autre facteur. L'usage des termes courants présente l'avantage de simplifier les explications avant qu'on aborde dans ses détails l'analyse de la question. Considérons maintenant l'espèce humaine en particulier.

2° *Du poids absolu de l'encéphale et de la capacité du crâne dans l'espèce humaine.*

Il est indispensable d'établir des catégories parmi les cerveaux humains d'après la taille, d'après le degré de l'intelligence, d'après le sexe et la race, d'après l'âge et l'état de santé, etc., sans quoi les chiffres qui expriment les variations du poids de l'encéphale dans l'espèce humaine ne signifieraient pas grand'chose.

Comme terme de comparaison, on peut se servir des chiffres 1360 gr. représentant le poids cérébral moyen des Parisiens (Sappey, Broca) et 1560 centimètres cubes représentant la moyenne de la capacité crânienne des Parisiens (Broca).

a. — Les poids encéphaliques les plus élevés. — Voici les poids les plus élevés qui aient été constatés par divers auteurs :

Hommes.

2222	grammes	(Rudolphi).
1925	—	(Bischoff), ouvrier « sain d'esprit ».
1900	—	(James Morris), ouvrier ne sachant pas lire.
1830	—	(Bucknill), épileptique.
1778	—	(Peacock), artisan.
1760	—	(Thurnam), boucher, épileptique et maniaque.
1737	—	(Parchappe), épileptique.
1735	—	(Broca), géant de 2m,10, pauvre d'esprit.
1729	—	(C. Clapham), aliéné.

Femmes.

1743	—	(Skaë) (1), manie des grandeurs.
1565	—	(Bischoff), suppliciée.

(1) Cité par Charlton Bastian : *le Cerveau, Organe de la pensée*, t. II, p. 29.

On voit que ces cerveaux énormes appartenaient pour la plupart à des aliénés et à des épileptiques. Ce fait ne dispose guère à admettre une relation directe entre le volume du cerveau et l'intelligence. Mais nous verrons qu'en dehors des statistiques, on a constaté chez quelques hommes de génie des poids cérébraux qui figureraient sans désavantage dans la liste précédente.

A propos des épileptiques, il y a lieu de se demander si leurs cerveaux et ceux de certains aliénés ne subissent pas un accroissement de densité qui augmente notablement leur poids, et si par conséquent ces cerveaux étaient proportionnellement aussi volumineux que lourds. Il serait utile, à divers égards, de comparer le poids de l'encéphale à la capacité du crâne dans les cas de ce genre. Cette comparaison serait aussi un moyen de contrôler le poids cérébral dans les cas où l'authenticité des chiffres publiés est douteux. Il serait peut-être encore possible, par exemple, de cuber les crânes de Cromwell et de lord Byron, dont les poids cérébraux (2231 et 2238) sont taxés, peut-être à tort, d'exagération.

Quant aux chiffres maxima de la capacité crânienne, on n'en a pas encore cité un seul qui corresponde à un poids encéphalique de 2222 grammes, comme celui qu'a trouvé Rudolphi. Un tel poids correspondrait, normalement, à une capacité crânienne de 2500 centimètres cubes. Pour ma part, je n'ai trouvé que deux crânes seulement, sur plusieurs milliers observés, d'une capacité dépassant 2000 centimètres cubes. L'un de ces crânes est celui du géant Joachim dont l'encéphale (1735 grammes) a été pesé par Broca ; l'autre est un crâne des catacombes de Paris, sur lequel nous ne possédons aucun renseignement.

Quoi qu'il en soit, les chiffres cités plus haut montrent qu'il ne faut pas trop se hâter de conclure que les plus grands poids cérébraux et les plus grandes capacités crâniennes ont appartenu à des hommes de génie.

Il ne faut pas non plus se hâter de dire que certains poids cérébraux énormes n'ont pas appartenu à des hommes exceptionnellement bien doués sous le rapport des facultés intellectuelles, par le seul fait que ces poids extraordinaires ont appartenu à des artisans. Ces individus sans éducation ont pu se trouver dans des conditions très défavorables à exercice et à la manifestation de leurs facultés psychiques. Ainsi Peacock a trouvé, sur cent cinquante-sept cerveaux d'Écossais, quatre cerveaux pesant de 1728 à 1778 grammes et dont trois appartenaient à des artisans. Peut-être ces individus étaient-ils simplement d'une stature peu commune. Peut-être eussent-ils pu devenir, grâce à une autre éducation et à un autre milieu, des savants ou des artistes très distingués.

Peut-être leur grand poids cérébral était-il en rapport à la fois avec une stature et avec une intelligence au-dessus de la moyenne. C'est de la sorte qu'on pourrait interpréter le poids cérébral maximum (1900 grammes) constaté par le docteur James Morris (1). L'homme ne savait ni lire ni écrire, c'était un briqueteur. On a su « qu'il avait une bonne mémoire et qu'il était entiché de politique ». Mais le renseignement le plus positif, c'est qu'il avait une taille de 5 pieds 9 pouces et qu'il était solidement charpenté.

(1) Cité par Charlton Bastian, *loc. cit.*, p. 30.

Parmi les poids cérébraux les plus élevés, il serait possible de citer ceux de deux ou trois hommes illustres. Le plus élevé parmi les poids bien constatés est celui de l'encéphale de Cuvier (1830 grammes). Mais on a fait l'objection que Cuvier avait été hydrocéphale pendant son enfance de sorte que même le poids de l'encéphale de ce grand naturaliste ne possède pas une signification bien précise.

b. — Les poids encéphaliques les plus faibles. Idiots. — Quant aux poids encéphaliques extrêmement faibles, leur interprétation est beaucoup plus simple, car, au-dessous d'un certain poids on ne rencontre plus, dans l'espèce humaine, que des imbéciles ou des idiots. Ce fait est assez significatif.

Mais la limite au-dessous de laquelle l'homme est nécessairement imbécile ou idiot, il est impossible de la préciser, car cette limite dépend certainement de la stature. Dans les tableaux de Wagner, dépouillés par Broca (1), le poids minimum observé chez des individus masculins d'intelligence normale était de 1049 grammes. Bischoff (2) a trouvé le chiffre plus bas encore de 1018 grammes. Enfin j'ai cubé, au laboratoire d'anthropologie du Muséum, un crâne (collection de Gall) dont la capacité n'atteint pas 1000 centimètres cubes. Ce crâne était celui d'une vieille femme qui, selon le catalogue de Gall, jouissait de toutes ses facultés intellectuelles.

Or, d'autre part, un assez grand nombre d'idiots possèdent un encéphale plus lourd (3). De plus, parmi les encéphales d'idiots adultes, on peut remarquer que les plus lourds appartiennent généralement à des individus d'assez forte taille et que les plus légers proviennent d'individus de très petite stature. On sait d'ailleurs que les idiots ont une taille moyenne très inférieure à la normale. Enfin, l'encéphale des idiotes est moins lourd, en moyenne, que celui des idiots, ce qui est encore imputable à une différence de taille. Il faut donc admettre que le faible poids encéphalique des idiots est en rapport à la fois avec une diminution de l'intelligence et avec une diminution de la stature. Mais il faut admettre aussi qu'au-dessous de 1000 grammes chez les hommes et de 900 grammes chez les femmes, il est exceptionnel de rencontrer des individus d'intelligence normale, que ces exceptions tiennent à la petitesse de la taille; enfin, qu'au-dessous d'un certain chiffre très variable suivant la taille, on ne trouve plus que des idiots.

En ce qui concerne les encéphales d'idiots atteignant ou dépassant le poids normal, il faut évidemment songer non plus seulement à la stature, mais aussi à des altérations pathologiques.

(1) P. Broca, *Sur le volume et la forme du cerveau.* (*Bull. de la Soc. d'anthropologie*, t. II, p. 161.)

(2) *Das Hirngewicht des Menschen.* Bonn, 1880.

(3) Parchappe, *Premier mémoire sur l'encéphale.*

Voici quelques chiffres relatifs au poids de l'encéphale chez quelques idiots adultes microcéphales ou non :

Hommes de	29 ans. . .	1013 grammes.	(Thurnam).
—	22 ans. . .	1006 —	(Id.).
—	45 ans . .	970 —	(Parchappe).
—	22 ans. . .	372 —	(Owen).
—	26 ans. . .	300 —	(Theile).
Femmes de	37 ans. . .	921 —	(Bucknill).
—	42 ans. . .	283 —	(Gore).

Capacités crâniennes mesurées par nous :

Barthet, idiot, 1536 centimètres cubes (Musée Broca).
Victoire, fille de 23 ans, 1401 centimètres cubes (Musée Broca).
Individu faible d'esprit, 1430 — (Coll. de Gall).

c. — Le poids de l'encéphale chez les aliénés. — Les statistiques de Parchappe, de Thurnam, de C. Clapham tendraient à démontrer que le poids cérébral, chez les aliénés, dépasse en général celui des hommes sains d'esprit. Ce fait résulte aussi bien de l'examen des chiffres élevés que des moyennes et tendrait à diminuer l'importance du poids de l'encéphale. Mais il ne faut pas oublier que nous avons affaire ici à des cas pathologiques.

Or on sait que dans certaines des maladies qui donnent lieu à l'aliénation mentale, le cerveau peut subir des indurations partielles, des hypertrophies de la substance inerte (tissu conjonctif), des congestions intenses. Ce dernier cas est même fréquent lorsque les malades ont succombé pendant un accès de délire. Or toutes ces causes, qui tendent à augmenter le poids de l'encéphale, se rencontrent bien plus souvent chez les aliénés que chez les malades ordinaires. Pour savoir si les individus *qui deviennent* aliénés possèdent avant le début de leur maladie un poids cérébral vraiment supérieur à la moyenne, il serait bon de s'en rapporter de préférence à la capacité crânienne.

J'ai voulu faire des recherches sur ce point au laboratoire d'anthropologie qui possède une collection de 500 crânes d'aliénés recueillis par Esquirol, mais je me suis aperçu que les chiffres que j'obtiendrais n'auraient aucune valeur pour deux raisons. La principale, c'est que le catalogue de cette magnifique collection n'a pu être retrouvé. Or il n'est pas possible de confondre dans un même cas toutes les catégories d'individus qui peuplent un asile d'aliénés. J'ai voulu passer outre et suppléer à cette cause d'erreur par le grand nombre des observations, mais j'ai constaté ce fait singulier, que la détermination du sexe dans la série de crânes en question est très difficile. On pourrait songer à ne point tenir compte du sexe et à comparer les chiffres recueillis à ceux d'une série mixte ordinaire, mais il faudrait savoir encore si la proportion des deux sexes est la même dans les deux séries. En définitive, il m'a fallu abandonner la recherche projetée (2).

En dehors des causes pathologiques auxquelles on peut attribuer le poids considérable de beaucoup de cerveaux d'aliénés, il ne faut pas oublier que la folie peut atteindre et atteint souvent des individus remarquables par leur intelligence. Il est bien possible que certaines formes d'aliénation mentale soient plus fréquentes chez les individus très intelligents que chez les sujets vulgaires. L'excès de travail cérébral, les déceptions qu'éprouvent si souvent les hommes de génie, ceux surtout que les défauts de leur instruction, de leur éducation, de leur milieu, de leurs moyens d'action rendent impuissants ; la disproportion même qui peut exister entre le cerveau et le reste de l'organisme, toutes ces causes ne peuvent-elles suffire à faire admettre que l'excès de poids encéphalique des aliénés n'est pas sans rapport avec une supériorité intellectuelle perdue ? Il me semble qu'il serait tout aussi téméraire de le nier que de l'affirmer (1).

d. — Le poids de l'encéphale chez les hommes distingués. — Nous avons vu que les imbéciles et les idiots ne possèdent, presque toujours, qu'un poids cérébral très inférieur à la moyenne et que cette infériorité n'est imputable à une infériorité de taille que dans une faible mesure. C'est un argument direct en faveur de la signification psychologique du poids de l'encéphale. Faisons maintenant la contre-épreuve et voyons si les hommes remarquables par leurs facultés intellectuelles ont un cerveau plus volumineux que les individus d'intelligence ordinaire.

Voici une liste aussi complète que possible des poids cérébraux, actuellement connus, d'hommes distingués à divers titres. Cette liste réunit tous les noms cités par Thurnam, Bischoff, Charlton-Bastian et G. Hervé (2).

G. Cuvier, naturaliste	63 ans	1829	grammes.
Abercrombie, médecin.	64 ans	1785	—
Goodsir, anatomiste	53 ans	1629	—
Hermann, économiste	60 ans	1590	—
Spurzheim, médecin, phrénologiste. .	56 ans	1559	—
J. Simpson, médecin.	59 ans	1533	—
Dirichlet, mathématicien.	54 ans	1520	—
De Morny, homme d'État	50 ans	1520	—
Daniel Webster, homme d'État. . . .	70 ans	1516	—
Campbell, lord chancelier	80 ans	1516	—
Chauncey-Wright, physicien	45 ans	1516	—
L. Agassiz, naturaliste.	66 ans	1512	—
Chalmers, prédicateur.	67 ans	1502	—
Fuchs, pathologiste	52 ans	1499	—
De Morgan, mathématicien.	73 ans	1496	—
Gauss, mathématicien.	78 ans	1492	—
Pfeufer, médecin	60 ans	1488	—
Paul Broca	56 ans	1485	— (3).
Asseline, publiciste	49 ans	1468	—
Ch. H. E. Bischoff, médecin	79 ans	1452	—
Dupuytren, chirurgien.	58 ans	1436	—

(1) Cité par Charlton Bastian, *loc. cit.*

(2) J'ai cru devoir entrer dans ces détails afin de faire connaître au public l'absence si regrettable du catalogue d'Esquirol. Peut-être ce document précieux sera-t-il connu de quelque lecteur de la *Revue scientifique.*

(1) La thèse de M. Bra, *sur le poids de l'encéphale chez les aliénés,* nous est parvenue trop tard pour que nous puissions l'utiliser ici. Ce travail très instructif est la mise en œuvre des documents très nombreux recueillis par M. Dagonnet. Il corrobore du reste les opinions que je viens d'énoncer.

(2) *Revue d'anthropologie*, octobre 1881.

(3) Le cerveau de Broca avait probablement perdu, paraît-il, une partie notable de son poids au moment où il a été pesé.

Melchior Mayer, poète	?	1415	grammes.
Grote, historien	76 ans	1410	—
J. Huber, philosophe	49 ans	1409	—
Assézat, publiciste	45 ans	1403	—
Whevell, philosophe	71 ans	1390	—
Hermann, philologue	51 ans	1358	—
Liebig, chimiste	70 ans	1352	—
Fallmereyer, historien	74 ans	1349	—
Hugues Bennett, médecin	63 ans	1332	—
Tiedemann, anatomiste	79 ans	1254	—
E. Harless, physiologiste	40 ans	1238	—
Haussmann, minéralogiste	77 ans	1226	—
Ignace Döllinger, anatomiste	71 ans	1207	—

Il faut remarquer que la plupart de ces hommes distingués sont morts à un âge où généralement l'encéphale a déjà commencé à décroître.

Si l'on s'en rapporte aux moyennes données par Wagner, Bischoff et Broca, il conviendrait d'ajouter de 30 à 50 grammes au poids cérébral de tous ceux qui ont dépassé cinquante ans, pour avoir le poids réel que possédaient ces hommes vers l'âge de quarante ans. Rien ne prouve, en effet, jusqu'à présent que le poids cérébral des hommes distingués ne suit point la loi commune de décroissance, bien qu'il soit assez rationnel d'admettre que l'exercice soutenu du cerveau peut maintenir pendant un certain temps cet organe à son poids intégral en dépit de l'âge.

Quoi qu'il en soit, ajoutons à la liste précédente les capacités crâniennes d'un certain nombre d'hommes plus ou moins distingués de la collection de Gall. J'ai indiqué en face de chaque capacité le poids de l'encéphale correspondant obtenu en multipliant par 0,870 la capacité crânienne. (V. plus haut, § I.)

	Capacité du crâne. (Procédé de Broca). — Cent. cubes.	Poids approché de l'encéphale. — Grammes.
Festini, célèbre improvisateur	1850	1608
Blumauer, poète allemand	1846	1605
Voigt Lander, mécanicien	1826	1587
Blanchard, aéronaute	1793	1559
Kreibig, violoniste viennois	1785	1551
Junger, poète et acteur allemand	1773	1543
Cassaigne, conseiller (cassation)	1750	1522
Frère David, mathématicien	1736	1510
Maréchal Jourdan	1729	1504
De Zach, mathématicien, astronome	1715	1492
Chenevix, chimiste	1709	1486
Carême, cuisinier	1708	1486
Descartes (authenticité contestée)	1706	1484
Gall	1700	1478
Unterberger fils	1692	1471
Boileau-Despréaux	1690	1470
R. P. prédicateur distingué	1685	1466
P. Prosper, idem	1680	1462
Hett, médecin autrichien	1675	1457
Unterberger, peintre et mécanicien	1665	1448
Ouvrier s'étant instruit lui-même	1630	1418
Thouvenin, relieur	1615	1405
Choron, musicien	1608	1400
Kreutzer, musicien	1579	1392
Sallaba, médecin autrichien	1575	1369
Juvénal des Ursins, historien	1530	1330
Général Wurmser	1521	1321
Cerachi, statuaire (1)	1520	1321
Alxinger, poète allemand	1507	1310
Cl. de Terrin d'Arles, antiquaire	1420	1234
Roquelaure, évêque, aum. de Louis XV.	1372	1193

J'ai recueilli ces chiffres au laboratoire d'anthropologie du Muséum. Ils me paraissent assez significatifs. La capacité crânienne offre cet avantage sur le poids de l'encéphale, c'est qu'elle ne décroît pas avec l'âge comme ce dernier et qu'elle reste indépendante des altérations pathologiques en vertu desquelles le poids cérébral se trouve souvent modifié. Les poids compris dans la liste précédente, envisagés dans leur ensemble, présentent donc une réelle valeur.

Dans cette liste, comme dans la première, le poids de l'encéphale est presque toujours notablement supérieur à la moyenne ordinaire (2). Six crânes seulement sur 31 présentent une capacité inférieure à 1560, et dans la première liste, 7 cerveaux seulement sur 34 pèsent moins de 1358 grammes. Il est donc bien évident que, chez les hommes distingués, le poids de l'encéphale est supérieur à la moyenne et la question de la taille ne peut infirmer cette règle très générale, car il n'est guère possible d'admettre que la stature des hommes distingués soit de beaucoup supérieure à la stature moyenne.

Il est certainement très regrettable que l'on ait négligé de mesurer d'une façon ou de l'autre la masse du corps en même temps que la masse encéphalique, mais il semble plutôt que les hommes distingués par leur intelligence soient en général d'une stature médiocre, au lieu de l'emporter par là sur les autres. L'existence d'une relation entre le volume du cerveau et l'intelligence ne peut donc pas être contestée en présence des chiffres ci-dessus. Ces chiffres méritent de nous arrêter encore un instant.

Il faut remarquer, en premier lieu, à propos des poids cérébraux énormes dont j'ai déjà dit un mot, que parmi les 56 hommes distingués compris dans nos deux listes, Cuvier seul possède un poids cérébral supérieur à 1800 grammes. Encore soupçonne-t-on l'ancienne hydrocéphalie du grand naturaliste d'être pour quelque chose dans ce poids exceptionnel. Il faut donc bien se garder de croire qu'un homme distingué doive nécessairement posséder un encéphale gigantesque. Nous voyons que certains hommes incontestablement très remarquables ont un poids cérébral bien éloigné de 1900, de 1800 et même de 1600 grammes. Plusieurs n'atteignent point 1500 grammes, mais ce chiffre même est encore bien supérieur au chiffre vulgaire.

(1) D'après les moulages conservés, on peut dire que La Fontaine, Schiller, Kant, Volta, Pétrarque, avaient un grand crâne; mais on ne peut évaluer approximativement la capacité des crânes moulés, ainsi que l'a démontré Broca.

(2) On peut admettre comme moyennes ordinaires, chez les Parisiens, le poids de 1360 grammes et la capacité crânienne de 1560 centimètres cubes.

Il est regrettable qu'on n'ait pas de renseignements précis sur les dimensions du corps de la plupart des hommes dont on a pesé l'encéphale. Mais on peut dire, sans trop s'avancer, que certains hommes distingués doivent certainement une partie au moins de leur excès de poids cérébral à une supériorité de stature sur leurs voisins. C'est ainsi que Dante, l'admirable poète, qui était de taille chétive (1m,55), avait un crâne presque petit (1452 centimètres cubes) tandis que Pétrarque, dont la taille était de 1m,84, avait un assez grand crâne (1602 centimètres cubes), et Volta, de grande taille aussi, avait un crâne cubant 1865 centimètres cubes (1).

Il ne faut donc pas perdre de vue l'influence de la taille sur le poids de l'encéphale, même lorsqu'il s'agit d'hommes de génie et se souvenir de cette influence lorsqu'on est en présence d'encéphales énormes comme en présence de crânes peu volumineux. Si l'on admet que le génie puisse à lui seul correspondre à 150 ou 200 grammes d'encéphale en sus de la quantité en rapport avec l'intelligence moyenne, il me semble que c'est une belle part faite à l'influence du poids de l'encéphale sur l'intelligence. Il y a sans doute des transitions graduelles depuis l'intelligence ordinaire jusqu'au degré intellectuel le plus élevé, mais il n'y a pas lieu de s'étonner que deux hommes également distingués soient très inégaux quant au poids de leur encéphale. Nous voyons, en effet, que le poids cérébral varie considérablement chez les individus d'intelligence moyenne, selon l'état de la stature ou des autres facteurs qui sont en rapport avec la quantité d'encéphale.

Ce n'est donc pas une raison pour douter des rapports du poids de l'encéphale avec le degré de l'intelligence que de voir des hommes également distingués, autant que l'on peut en juger, posséder, l'un 1600 grammes, l'autre 1300 grammes de cerveau. Avec une intelligence ordinaire, le premier n'eût possédé que 1400 grammes, par exemple, et le second seulement 1100, par le seul fait de la différence de leur développement physique. Mais, *en moyenne,* les hommes distingués étant d'une stature à peu près égale à celle du vulgaire, si l'intelligence est très sensiblement en relation avec le poids de l'encéphale, ce poids devra se trouver supérieur, *en moyenne,* chez les hommes distingués, et c'est ce qui a lieu. De plus, le poids *moyen* de l'encéphale étant supérieur chez les hommes distingués, le nombre des grands cerveaux qui haussent la moyenne devra se trouver plus grand que dans une série de crânes *quelconques* de même race et le nombre des petits crânes qui abaissent la moyenne se trouvera relativement plus petit. C'est aussi ce qui a lieu.

Si tous les hommes dont je viens de citer le poids cérébral étaient incontestablement des hommes de génie, on pourrait calculer une moyenne et la comparer à la moyenne du poids cérébral d'une série d'individus ordinaires. On jugerait mieux alors dans quelle mesure le volume du cerveau est en rapport avec l'intelligence. Mais, dans les conditions où nous sommes, une pareille comparaison ne peut évidemment nous donner qu'un renseignement assez vague. En effet, dans une série de cerveaux *quelconques,* il est impossible d'affirmer que tous les cerveaux appartenaient à des hommes médiocrement doués sous le rapport des facultés intellectuelles. Il est même probable qu'il n'a manqué aux possesseurs d'un certain nombre de ces cerveaux que les conditions *extérieures* nécessaires pour que leurs facultés se manifestassent par des œuvres remarquables. D'autre part, il n'est pas moins impossible d'affirmer que tous les hommes compris dans les listes précédentes possédaient des qualités exceptionnelles. Tout ce qu'il est possible de dire, c'est que tous ont fait preuve de facultés au moins ordinaires, tandis que dans une série d'individus quelconques, il y en a certainement un plus ou moins grand nombre au-dessous de l'ordinaire.

Ainsi donc la quantité dont les hommes distingués l'emportent sur le vulgaire, bien qu'assez grande en moyenne, ne peut donner une idée juste de l'influence de la masse de l'encéphale sur le degré de l'intelligence. Mais elle suffit largement pour prouver que cette influence existe et qu'elle est considérable.

e. — Le poids de l'encéphale suivant la masse du corps. — L'influence de la masse du corps sur le poids de l'encéphale saute aux yeux, pour ainsi dire, lorsqu'on examine les chiffres relatifs à la série des vertébrés. Elle n'est guère moins évidente dans l'espèce humaine et l'on se demande comment plusieurs anatomistes ont pu la méconnaître, même après qu'elle a été reconnue par d'autres.

Cette erreur a tenu sans doute à l'absence de certains documents que la science possède aujourd'hui et à l'insuffisance du nombre des observations. Mais la cause principale a consisté précisément dans la double signification du poids de l'encéphale; l'influence du poids cérébral sur l'intelligence a été cachée par l'influence de la masse du corps sur le poids cérébral et réciproquement, de sorte que divers auteurs ont nié l'une et l'autre influence, alors qu'il s'agissait de les isoler pour les voir apparaître de la façon la plus évidente.

En observant successivement un par un plusieurs individus de différentes tailles, comme l'ont fait sans doute Cruveilhier et les autres auteurs qui ont méconnu l'influence de la taille sur le poids de l'encéphale, on voit que tantôt le volume de la tête est plus élevé chez l'individu le plus grand, tantôt que c'est, au contraire, le plus petit qui a l'avantage, et cette contradiction s'étant répétée un certain nombre de fois sans qu'un avantage décidé soit observé chez les individus les plus grands, la chose paraît jugée.

(1) Lombroso, *Il cranio di Volta* (*Archivio per l'antropologia e la etnologia,* 1879). — Je n'ai pas cité ces crânes en même temps que les autres, parce que j'ignore s'ils ont été cubés par le même procédé, c'est-à-dire par le procédé de Broca. S'ils n'ont pas été cubés conformément aux règles minutieuses indispensables, les chiffres indiqués ci-dessus sont beaucoup trop faibles, et si le procédé employé a été celui du millet ou de la graine de moutarde, les capacités indiquées doivent être augmentées d'une centaine de centimètres cubes et peut-être d'une quantité notablement supérieure. Dans ce cas, le crâne de Dante pourrait acquérir une capacité de 1560 centimètres cubes environ, ce qui n'est que la capacité moyenne des Parisiens de la classe ouvrière.

Je n'insisterai pas aujourd'hui sur cette question assez complexe qui exige, pour être traitée à fond, certains développements; je me propose d'y revenir dans l'article qui suivra celui-ci. Il me suffit de dire ici que lorsqu'on opère à la manière de Parchappe (1), c'est-à-dire lorsqu'on partage tous les individus observés en deux groupes, l'un composé des individus les plus petits et l'autre composé des individus grands, l'on observe constamment une supériorité de poids cérébral dans le dernier groupe. Cette supériorité varie évidemment suivant la force des groupes considérés, car il faut réunir un assez grand nombre de cas pour que les influences qui contrarient celle de la taille puissent se contre-balancer mutuellement. Mais ce contre-balancement ne suffit pas pour que l'influence de la masse du corps soit isolée; il s'en faut de beaucoup et j'en dirai les raisons.

Quoi qu'il en soit, voici les résultats qu'on obtient en procédant à la manière de Parchappe, ainsi que l'a fait M. Topinard dans le relevé des chiffres de Broca (2).

Taille.	Nombre de cas.	Taille moyenne.	Poids moyen de l'encéphale.	
—	—	—	—	
$1^m,49$ à $1^m,60$	52	$1^m,570$	1276	Hommes.
1 60 à 1 65	61	1 632	1294	
1 65 à 1 70	83	1 682	1326	
1 70 à 1 85	85	1 739	1379	

Entre les deux groupes extrêmes, la différence de taille est de $0^m,169$ et la différence de poids cérébral est de 103 grammes, ce qui fait environ 50 grammes d'encéphale en moyenne pour une différence de taille de dix centimètres. Mais ce chiffre ne représente pas plus toute l'influence de la masse du corps sur le poids de l'encéphale que la différence trouvée entre le poids cérébral de nos hommes distingués et le poids cérébral moyen ne représente toute l'influence du poids de l'encéphale sur le degré de l'intelligence. La question est plus complexe que cela et je montrerai que l'influence dont il s'agit peut être beaucoup plus considérable.

f. — Le volume de la tête suivant les classes et les professions. — Parchappe a comparé diverses mesures prises sur la tête chez dix hommes distingués et chez dix ouvriers. Toutes les mesures se sont trouvées plus grandes en moyenne chez les hommes distingués.

Le même auteur a publié un tableau de mesures prises dans un autre but sur un nombre d'individus beaucoup plus considérable. Broca a remanié ce tableau en séparant les individus exerçant des professions libérales des individus adonnés à d'humbles professions, et il a reconnu que le volume de la tête était plus élevé chez les premiers.

Broca a mesuré aussi différents diamètres et courbes de la tête chez tous les élèves en médecine et chez un nombre égal d'infirmiers de l'hospice de Bicêtre. Il a constaté que tous les diamètres et toutes les courbes étaient en moyenne sensiblement plus grands chez les étudiants.

MM. Lacassagne et Clicquet ont comparé de la même façon les médecins stagiaires du Val-de-Grâce et les soldats illettrés. Le volume de la tête s'est encore trouvé plus grand chez les médecins.

Enfin M. G. Delaunay a constaté que la *pointure* des chapeaux était notablement plus faible chez les séminaristes de Saint-Sulpice que chez les élèves de l'École normale supérieure et que chez les étudiants en général. D'après cet auteur, les coiffures vendues dans les faubourgs de Paris seraient également moins grandes que celles *débitées* dans le quartier latin. D'autres renseignements encore ont été recueillis chez les chapeliers concernant les bourgeois de Paris, les nobles et les domestiques, mais il faut observer que de pareils renseignements sont loin d'avoir une précision scientifique.

Quoi qu'il en soit, les différents résultats que je viens d'énumérer sont assez concordants entre eux pour qu'on les prenne en sérieuse considération. Il faut faire cependant des réserves relatives au défaut de renseignements relatifs à la masse du corps des groupes comparés. Avant d'affirmer, par exemple, d'après les dimensions des chapeaux, que les paysans ont la tête moins grosse, en moyenne, que les citadins, il faudrait faire des observations comparables entre elles. Si les paysans de la Beauce ont la tête moins volumineuse que les Parisiens, il n'en est pas de même des paysans de l'Auvergne, car la capacité crânienne des Auvergnats de Saint-Nectaire mesurée directement par Broca se trouve être supérieure à la capacité crânienne des Parisiens. Les Auvergnats ne sont pas cependant de haute taille, mais leur *carrure* bien connue mérite d'être prise en considération lorsqu'il s'agit d'interpréter le volume de leur crâne.

g. — La capacité du crâne suivant les époques. — D'après les nombreuses mensurations de Broca, les crânes de nos ancêtres préhistoriques étaient en général plus grands que les nôtres. Les crânes de la caverne de l'homme mort en particulier présente une capacité moyenne notablement supérieure à celle des crânes parisiens modernes et les femmes elles-mêmes, à ces époques si reculées, ne le cédaient que de très peu aux hommes d'aujourd'hui. La masse du corps et les rudes conditions de la vie sauvage sont probablement pour quelque chose dans cette supériorité. Il est possible aussi que les individus chétifs et inintelligents, c'est-à-dire à très petit crâne, n'avaient pas autrefois beaucoup de chance d'atteindre l'âge adulte et que leurs crânes ne peuvent pas influencer les moyennes que nous mesurons aujourd'hui dans la même mesure que les petits crânes actuels.

D'autre part, Broca a constaté que la capacité crânienne était un peu plus faible chez les Parisiens du XIIe siècle que chez les Parisiens modernes. Mais ce fait est peut-être dû à une différence de stature. Et puis il faut se demander si l'augmentation de la capacité crânienne n'est pas imputable à l'immigration, plus considérable de nos jours, de paysans auvergnats, bretons, etc., dont la capacité crânienne est supérieure en moyenne à celle des Parisiens. Il est donc prudent de réserver l'interprétation des faits qui viennent d'être cités.

(1) Premier mémoire sur l'encéphale.

(2) *Revue d'anthropologie*, série 2, t. V, 1er fasc.

h. — *La capacité du crâne suivant les races.* — A développement égal du corps il est certain que les races les plus civilisées de l'Europe l'emportent par le poids de l'encéphale ou par la capacité du crâne sur les races sauvages. Les Français, par exemple, l'emportent sur les Australiens, les Néo-Calédoniens, les nègres d'Afrique, les Égyptiens, les Californiens, etc., etc. — Ce fait est bien propre à mettre en relief la relation qui existe entre le volume du cerveau et l'intelligence.

Mais d'autres faits font ressortir tout aussi bien l'influence de la taille sur le volume du cerveau. L'on voit d'abord que les races inférieures de très haute et de forte stature l'emportent sur les races les plus civilisées non seulement quant à la moyenne de leur capacité crânienne, mais encore quant au nombre de grands crânes qu'elles possèdent. Il ne faut pas s'imaginer en effet, comme l'a fait récemment certain auteur, que le degré d'intelligence d'une race peut se mesurer au nombre de grands crânes que possède cette race. Le nombre de grands et de petits crânes que renferme *une série* suffisamment homogène n'a pas plus de signification que la capacité moyenne, attendu que cette moyenne dépend précisément du nombre des grands et des petits crânes de la série. Ce n'est qu'en choisissant des races inférieures dont la capacité *moyenne* se trouvait inférieure à celle des Parisiens que l'auteur dont il s'agit trouvait moyen d'appuyer son étrange proposition. Mais on voit que les Patagons, les Polynésiens, les Indiens de l'Amérique du Nord, etc., etc., l'emportent sur les Parisiens comme sur toutes les races d'Europe, aussi bien par le nombre de leurs grands cerveaux que par leur capacité moyenne.

Ce qui met encore bien en relief l'influence de la taille sur le volume de la tête, c'est que les capacités crâniennes les plus faibles appartiennent précisément aux races les plus chétives de l'humanité : aux Boschimans, aux Andamans, aux parias de l'Inde, etc.

i. — *Le poids de l'encéphale suivant l'âge.* — Nous touchons ici la question la plus complexe peut-être de toutes celles qui ont trait à la signification physiologique du poids de l'encéphale. Il faudrait, pour la traiter convenablement, tout un volume, et aussi des documents plus complets que ceux dont dispose actuellement la science. Mais un aperçu très sommaire suffira pour montrer que l'histoire du développement pondéral du cerveau se rattache aussi complètement que possible à l'histoire du développement physique et à celle du développement intellectuel, de telle sorte que, si l'on pouvait exprimer chacun de ses développements par une courbe, les trois courbes, considérées dans leur ensemble, seraient presque parallèles.

Aussitôt après la naissance, la taille, le poids du corps et aussi l'intelligence suivent une progression très rapide. Il en est de même du poids du cerveau. — A vingt ans, le développement du corps ne progresse plus que très lentement : il en est de même du poids de l'encéphale si toutefois ce poids n'a pas atteint déjà son maximum, ainsi que nous le verrons dans un instant.— Vers trente ans, le développement du corps paraît être complet; il en est de même du poids de l'encéphale. Enfin, après cinquante ans, la décroissance a lieu d'abord lentement, puis de plus en plus vite pour l'encéphale comme pour le reste du corps et aussi comme pour l'intelligence dans la presque totalité des cas.

Mais certains faits semblent mettre plus particulièrement en évidence la relation qui existe entre le développement du cerveau et celui des facultés intellectuelles. A une époque où ces facultés sont déjà très développées et très actives, vers l'âge de huit ans, l'encéphale a déjà atteint les $\frac{83}{100}$ de son poids définitif, d'après les pesées de Boyd, alors que le poids du corps n'est au poids définitif que dans le rapport de $\frac{31}{100}$ environ, d'après les chiffres de Quételet. Cette avance du poids de l'encéphale n'est-elle pas imputable à la précocité du développement intellectuel relativement au développement physique?

Il est possible de tirer des données relatives à la croissance de l'encéphale comparée à la croissance du reste du corps des déductions très intéressantes, mais je ne puis insister sur ce point qui exigerait d'assez longues explications. Je me réserve d'y revenir prochainement.

Le fait dont il vient d'être question nous conduit à un autre qui a été signalé par Broca. Le poids maximum de l'encéphale serait atteint, d'après les chiffres de Sims, de Wagner et de Boyd, avant l'âge de vingt ans. C'est pendant la période de l'adolescence que l'on trouve le poids moyen le plus considérable. De vingt à trente ans, la moyenne s'abaisse légèrement ; puis elle atteint un nouveau maximum. Broca expliquait l'abaissement de la moyenne du poids cérébral après vingt ans par la disparition des enfants à gros cerveaux. « L'exubérance de la masse encéphalique, disait-il (1), le défaut d'équilibre entre le système nerveux et le reste de l'organisme, ne sont-ils pas de nature à compromettre l'existence ? N'est-ce pas une observation vulgaire que les enfants qui ont de trop grosses têtes meurent le plus souvent avant l'âge d'adulte, comme l'a si bien exprimé l'auteur des *Enfants d'Édouard,* dans ce vers devenu classique :

Quand ils ont tant d'esprit, les enfants vivent peu.

C'était sans doute pour exprimer la même pensée que les anciens disaient : *Celui que les dieux aiment meurt jeune.* Quoi qu'il en soit, il reste établi que le développement pondéral de l'encéphale est précoce relativement à celui du reste du corps et il est difficile d'expliquer ce fait autrement que par la précocité du développement des parties du cerveau plus spécialement affectées à l'intelligence.

j. — *Le poids de l'encéphale suivant le sexe.* — S'il était tant soit peu démontré qu'il existe une infériorité intellectuelle chez le sexe féminin, le poids de l'encéphale expliquerait cette infériorité, car il est notablement moindre chez la femme que chez l'homme. Cependant il faudrait rechercher la part prise par la différence sexuelle de la masse du corps dans l'infériorité du poids cérébral. Aussi les auteurs qui ont

(1) *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 1861, p. 157.

traité la question du poids de l'encéphale d'une façon vraiment scientifique ont-ils parlé de la différence sexuelle avec la plus grande réserve, tandis que divers écrivains, surtout dans ces dernières années, n'ont pas paru se douter de la complexité de cette question et l'ont traitée de façon à discréditer aux yeux du public le volume de l'encéphale.

S'il existe entre les deux sexes une différence intellectuelle quantitative, elle est du moins assez faible pour que des psychologistes de premier ordre comme Stuart Mill aient déclaré ne point l'apercevoir. Quant à la différence de taille, de force musculaire, de masse du corps, elle est si grande qu'elle permet de qualifier le sexe féminin de *sexe faible* et il est remarquable que les écrivains qui n'ont pas su tenir compte d'une différence sexuelle aussi facile à apercevoir soient précisément ceux qui ont abordé la question psychologique beaucoup plus complexe encore à propos du poids cérébral et qui ont enflé leur voix pour célébrer les louanges de leur propre sexe. Mais nous ne pouvons nous arrêter ici au côté plaisant de l'histoire du poids cérébral.

La différence sexuelle du poids de l'encéphale varie de 140 à 150 grammes chez les divers peuples de l'Europe. En prenant, parmi les chiffres de Broca relevés par M. Topinard, tous les poids cérébraux masculins et féminins au-dessus de cinquante ans, j'ai trouvé les moyennes suivantes pour les Parisiens des deux sexes.

	Nombre de cas.	Poids moyen.	Différence.
Hommes. . . .	140	1365	154
Femmes. . . .	39	1211	

En rassemblant tous les chiffres recueillis (au-dessous de cinquante ans) par Broca, Sappey, Parisot, Bischoff et Parchappe, j'ai obtenu les moyennes qui suivent :

	Nombre de cas.	Poids moyen.	Différence.
Hommes. . . .	248	1353	128
Femmes. . . .	89	1225	

Cette dernière différence est assez inférieure à la différence sexuelle moyenne des autres peuples de l'Europe, mais il est probable qu'elle s'élèverait à peu près au niveau général si le nombre des cerveaux féminins pesés était plus considérable. Il me paraît prudent de considérer ces chiffres comme provisoires, bien qu'ils ne puissent désormais varier que de quelques grammes. Quoi qu'il en soit, les chiffres connus actuellement autorisent à dire que la différence sexuelle du poids de l'encéphale en France est tout au plus égale à celle qui a été constatée dans les autres pays de l'Europe.

Cette différence paraîtrait devoir être plus grande chez les Parisiens, si l'on s'en rapportait à la différence sexuelle de la capacité crânienne, qui s'élève à 222 grammes, d'après les mensurations effectuées par Broca sur 125 crânes de l'ancien cimetière de l'Ouest. Mais il faut savoir que le sexe de ces crânes a été diagnostiqué d'une façon plus ou moins arbitraire, que Broca fit ce diagnostic à une époque où il était encore très inhabile, ainsi qu'il nous l'a dit lui même, que si l'on élimine dans la série en question tous les crânes de sexe douteux, il reste tout au plus 37 femmes, série insuffisante. Il faut savoir encore que les plus petits crânes masculins sont très souvent classés comme féminins, et inversement, d'abord à cause de leur capacité même, qui est l'un des éléments de diagnostic, ensuite parce que les crânes des très petits hommes présentent certains caractères féminins, tandis que les crânes des femmes grandes et fortes présentent le plus souvent des caractères masculins, d'où résulte un mélange des deux sexes qui tourne au désavantage du sexe féminin. Il faut savoir ces détails, et bien d'autres encore, avant de disserter sur la capacité du crâne ; il ne suffit pas de copier des chiffres et de choisir des moyennes dans les registres de Broca et ailleurs, à l'exemple de certain écrivain qui, sans avoir jamais su cuber un crâne ni peser un cerveau, a trouvé moyen de faire un peu de bruit il a quelques années à propos de plusieurs prétendues découvertes dont on est obligé, aujourd'hui, de débarrasser la science.

Plusieurs auteurs ont avancé sans preuves suffisantes que la différence sexuelle de la capacité du crâne allait en augmentant des races les plus inférieures aux races supérieures. Cette assertion n'est que la paraphrase ou mieux l'exagération d'un fait relevé autrefois par Broca, à savoir que la différence sexuelle de la capacité crânienne chez les ancêtres des cavernes était beaucoup plus faible que celle des Français modernes. Broca se demandait s'il ne fallait pas expliquer ce fait par la similitude plus grande des occupations et du genre de vie de l'homme et de la femme, au milieu des dures conditions de la vie sauvage. Broca s'en est tenu là et il n'y avait pas à tirer légitimement autre chose des moyennes recueillies par lui. Notre regretté maître se demandait aussi jusqu'à quel point les dix-neuf crânes de la caverne de l'homme mort représentaient la population de l'époque néolithique. Il savait mieux que personne que cette série de crânes n'était pas suffisante, que le hasard qui avait présidé à la formation de cette faible série pouvait être bien différent de celui qui préside à la formation d'une série dans un cimetière moderne et surtout dans l'amphithéâtre d'un hôpital. Broca savait aussi qu'il fallait tenir compte, dans l'interprétation de la capacité du crâne, de beaucoup d'autres choses que de la quantité de centimètres cubes avant de se lancer dans des dissertations sur l'intelligence, surtout quand on n'avait affaire qu'à des différences de trente à quarante centimètres cubes. Aussi prisait-il fort peu les dissertations aventureuses d'écrivains étrangers aux notions les plus élémentaires de la crâniologie, de l'anatomie en général, ainsi qu'aux lois de la recherche scientifique.

En définitive, la différence sexuelle du poids cérébral et de la capacité crânienne ne peut être interprétée scientifiquement dans un sens défavorable au sexe féminin. Tout concourt à prouver que cette différence est due à une différence de masse du corps et *rien absolument en anatomie* ne prouve que la femme soit inférieure à l'homme quant aux facultés intellectuelles, ainsi que j'espère le démontrer prochainement.

II.

DU POIDS RELATIF DE L'ENCÉPHALE.

L'influence de la stature sur le poids du cerveau a été reconnue dès la plus haute antiquité. Aussi s'est-on demandé depuis longtemps si le rapport de la masse encéphalique avec l'intelligence ne serait pas mieux révélé par le rapport du poids du cerveau à la masse du corps. Aristote faisait déjà observer que l'homme est l'animal qui possède le plus gros cerveau relativement à la masse de son corps. Il se trompait en cela, comme nous le verrons tout à l'heure; mais il avait raison de ne pas attacher une grande importance au poids absolu du cerveau comme caractère hiérarchique. Ce grand naturaliste qualifiait même de *stupides* les individus à grosse tête et les comparait à l'âne. Il tombait ainsi dans l'excès contraire à celui de certains modernes qui voudraient mesurer l'intelligence d'après la grandeur du crâne sans analyser celle-ci.

Voyons si le degré de l'intelligence peut être mieux apprécié d'après le poids relatif de l'encéphale, c'est-à-dire d'après le rapport du poids de l'encéphale à la masse du corps.

D'après ce rapport, l'homme l'emporte sur tous les animaux supérieurs à lui par le poids absolu de l'encéphale, mais il cède le pas aux petits singes : ouistiti, saïmiri, etc., aux petits rongeurs : souris, musaraigne, etc., et à tous les petits oiseaux chanteurs. Le rapport du poids de l'encéphale au poids du corps ne peut donc servir à mesurer le degré de l'intelligence. Par le poids absolu de son cerveau, l'homme est inférieur aux très grands animaux; par le poids relatif, il est inférieur aux très petits.

Ce n'est pas tout. Chez l'homme de même que chez les autres mammifères, le poids relatif de l'encéphale diminue à partir de la naissance et même à partir de la formation du corps jusqu'à l'âge adulte, à mesure que le poids du corps s'accroît.

Enfin, dans une même espèce, les individus petits l'emportent sur les grands par le poids relatif du cerveau, de même que les petites espèces l'emportent sur les grandes en général. Dans l'espèce humaine, ce fait est constatable chez les nouveau-nés aussi bien que chez les adultes des deux sexes, ainsi que je l'ai montré récemment au moyen des chiffres recueillis par MM. Budin et Ribemont. J'ai montré aussi que les petites filles l'emportent sous ce rapport sur les petits garçons, contrairement aux résultats erronés publiés dans ces dernières années. Le rapport du poids de l'encéphale à la taille est plus faible dans le sexe féminin que dans le sexe masculin, mais cela tient à ce que la taille n'exprime pas d'une façon suffisante le développement du corps. Si l'on compare le poids de l'encéphale au poids du corps, c'est au contraire le sexe féminin qui a l'avantage à l'âge adulte aussi bien qu'au moment de la naissance. Cet avantage est peu marqué, mais il le serait bien davantage si le grand développement du tissu adipeux chez la femme n'ajoutait pas à la masse active du corps un *poids mort* qui ne doit point figurer dans une comparaison entre la masse de l'encéphale et la masse des autres organes. Je ne puis qu'indiquer ici ces points intéressants sur lesquels je me propose de revenir dans un second article.

(1) Voir *Bulletin de la Société d'anthropologie*, janvier 1882.

En définitive, les derniers ordres de faits que nous venons de passer en revue et qui ont été étudiés par Sœmmering, Tiedemann, Caldesi, Haller, Cuvier, Redi, Carus, Serres, Leuret, Lélut, Parchappe, Marshall, Bischoff et d'autres anatomistes encore, ces divers ordres de faits montrent que l'intelligence n'est pas plus mesurable par le poids relatif que par le poids absolu de l'encéphale. Mais ils aboutissent à une loi générale qui peut être formulée ainsi :

Le développement de la masse du corps exerce une grande influence sur le poids relatif comme sur le poids absolu de l'encéphale.

D'autre part, il n'est pas moins évident que le poids absolu et le poids relatif de l'encéphale sont en rapport avec le développement des facultés intellectuelles.

Il s'agit donc, maintenant, de procéder à l'analyse *quantitative* de cette double signification physiologique du poids cérébral. C'est à quoi j'ai consacré de longues recherches (1) dont l'utilité ne se bornera pas, je l'espère, à introduire dans la science un nouvel ordre d'études. L'aperçu général que je viens d'esquisser servira d'introduction à un prochain article dans lequel je compte résumer les premiers résultats de mon analyse.

L. MANOUVRIER.

AGRICULTURE

L'Algérie au point de vue agricole (2).

I.

L'AGRICULTURE (3).

Trois millions d'hectares seulement sont cultivés en Algérie (4) ; on peut considérer comme utilisés les 2 360 747 hectares occupés par les forêts; le reste appartient à la broussaille, à la vaine pâture dans le Tell, constitue les terres de parcours des hauts plateaux, les hammada pierreux et les areg du Sahara. Un dixième au plus de la superficie totale, c'est à quoi se réduit le domaine actuel de l'agriculture; et pourtant, depuis un certain nombre d'années, il est allé se développant. En 1854, la culture de beaucoup la plus importante,

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 16 janvier 1882 : *Note sur l'interprétation du poids de l'encéphale et ses applications.*

(2) Cet article est extrait d'un livre qui paraîtra prochainement à la librairie Germer Baillière : *l'Algérie*, par M. Wahl.

(3) Voyez, sur l'agriculture, la *Topographie agricole de l'Algérie*, publiée par le comice agricole d'Alger, l'enquête du comte Lehon et l'excellent ouvrage de Moll.

(4) Exactement : 2 977 058 hectares en 1880.

celle des céréales, n'occupait que 761 470 hectares; elle s'étendait à 2 040 000 en 1861; en 1879, elle couvrait une étendue de 2 771 976 hectares (1). Ces progrès doivent s'accélérer; ils sont liés d'une manière intime à ceux de la colonisation, de l'instruction parmi les indigènes, à l'établissement des voies de communication; tout se tient en Algérie; mais ce que réclame par-dessus tout l'intérêt agricole, c'est le prompt achèvement des barrages, des dérivations, des irrigations. Il y a peu de terrains d'une absolue stérilité, surtout dans le Tell; pour produire, le sol ne demande qu'à être vivifié par la présence de l'eau.

La population agricole comprend 2 300 000 indigènes, c'est-à-dire la presque totalité, et 138 000 Européens. Ici encore, il importe de faire une distinction entre les deux éléments; l'outillage, les conditions d'installation ne sont pas comparables. A eux tous, les indigènes possèdent des constructions pour une valeur de 48 millions et un matériel estimé à 2 960 000 francs; les Européens, seize fois moins nombreux, ont pour 156 millions de constructions et pour 10 762 000 francs de matériel (2). Les procédés des indigènes sont d'une simplicité enfantine. Point d'assolements; chaque année, on laboure une petite partie de terrain, le reste demeure en jachère; pour amender le sol, ils ne savent que brûler des herbes, des broussailles, quelquefois des forêts; ils ne font pas usage d'engrais, ils prennent seulement la précaution de choisir pour leurs plantations de tabac les emplacements où ont été parqués des animaux. Leur charrue est une araire dont le bois n'est pas toujours écorcé, dont le soc ne porte presque jamais de fer; cet instrument grossier, traîné suivant les régions par des bœufs, des chevaux ou des mulets, trace des sillons irréguliers d'une profondeur de 10 centimètres; quand des obstacles se rencontrent, buissons, palmiers nains, plantes parasites, on ne prend point la peine de les déraciner, on les tourne respectueusement. On moissonne avec la faucille, on dépique en faisant piétiner les épis par des bêtes de somme. Autrefois, les grains se conservaient dans de grandes excavations en entonnoir, les silos. Un silo pouvait contenir jusqu'à 30 quintaux; aujourd'hui, lorsque l'Arabe a une bonne récolte, il ne fait pas de réserves, il aime mieux vendre. Beaucoup d'ignorance et de routine, une certaine nonchalance résignée qui accepte les événements comme des fatalités au lieu de les prévoir et de les dominer, voilà ce qu'on trouve chez presque tous; à peine si quelques-uns ont suivi les exemples qui leur étaient donnés et adopté des méthodes rationnelles. Il faut cependant faire une place à part pour le Kabyle, énergique travailleur qui tire d'une terre ingrate tout ce qu'elle peut produire.

Les colons forment avec les indigènes le contraste le plus complet. Ils sont actifs, entreprenants, toujours en quête d'améliorations et de progrès; semoirs, herses, charrues perfectionnées, batteuses, faucheuses, moissonneuses, machines de trait, machines à vapeur, ils emploient tout le puissant attirail créé par la science et l'industrie. « On peut affirmer, disait en 1868 la commission d'enquête, que l'agriculture en Algérie est plus progressive qu'en France. » Une culture européenne se reconnaît bien vite à l'absence de toute végétation parasite, au soin avec lequel elle est tenue, à ses sillons « creusés profond et tracés droit ».

Constituée surtout par la colonisation, la propriété européenne est en général moyenne ou petite; la plupart des exploitations ont de 25 à 70 hectares; les grands domaines *sont* rares; chez les indigènes, au contraire, ils sont assez nombreux, même en terre melk. D'habitude, l'Européen cultive lui-même ou dirige au moins le faire-valoir; il lui arrive aussi d'employer les fermiers ou de louer à l'année à des Arabes. Ses valets de ferme, ses bergers, ses moissonneurs sont des indigènes. Le propriétaire indigène met rarement la main à l'ouvrage, il fait travailler ses khammès, auxquels il fournit la terre, la semence, les instruments, et qu'il paye du cinquième de la récolte.

La culture indigène, s'exerçant avec peu de frais et peu d'efforts sur de vastes étendues, est extensive, excepté en Kabylie; la culture européenne, opérant à force de bras et de machines sur un champ d'action encore restreint, est plutôt intensive, bien que gênée par l'insuffisance des engrais naturels et la cherté des autres. Pour des indigènes travaillant à leur manière, le capital d'exploitation nécessaire à un hectare est évalué à 60 francs, le capital de roulement à 50. Pour des Européens, la dépense de première installation sera de 300 à 500 francs, le capital de roulement de 50 à 100 francs par hectare.

De tout temps, l'Algérie s'est adonnée surtout à la culture des céréales; avant la conquête, c'était presque la seule qui fût pratiquée par les Arabes; maintenant encore, elle occupe les 9/10 du territoire mis en valeur. En 1879, sur 2 910 810 hectares, 2 771 976 étaient ensemencés en céréales, 2 430 497 par des indigènes, 341 679 par des Européens (1).

En 1830, les indigènes faisaient pour leur consommation ou pour la vente du blé dur, du bechna et des fèves; l'orge servait principalement à la nourriture des bestiaux. Depuis, les colons ont introduit les différentes variétés de blé tendre, puis l'avoine et le maïs; ces deux dernières céréales, plantées dans des terrains argileux et profonds, donnent des rendements magnifiques lorsque les irrigations sont possibles; leur extension est encore assez médiocre; cependant les indigènes se livrent volontiers à la culture du maïs; ils ont également adopté celle du blé tendre, tout en continuant à produire de préférence le blé dur. Le poids moyen du blé dur est de 77 à 80 kilogrammes l'hectolitre, celui du blé tendre de 76 à 79, celui de l'orge de 58 à 61, celui de l'avoine de 47 à 48.

En 1879, il y avait eu 144 083 hectares ensemencés en blé tendre, 1 119 942 en blé dur, 1 356 934 en orge, le reste en bechna, fèves, maïs, avoine et seigle. La part des Européens était pour le blé tendre de 98 530 hectares, soit un peu plus

(1) En 1880, 2 878 135.

(2) Conseil supérieur de l'Algérie, session de décembre 1879.

(1) En 1880, la culture européenne avait gagné du terrain, elle s'étendait à 372 722 hectares pour les céréales; de leur côté, les indigènes avaient ensemencé 2 505 413 hectares.

des deux tiers ; pour le blé dur, de 107 066, moins du dixième, pour l'orge, d'un quinzième environ, soit 90 173 hectares. Mais les récoltes obtenues ne sont pas dans la proportion des étendues ensemencées : sur 100 hectares cultivés, un peu plus de 12 appartiennent à des Européens; sur 100 quintaux récoltés, ils en ont 19. Cette différence de rendement s'explique sans peine par la différence des méthodes employées et aussi des frais supportés par les deux classes d'agriculteurs. L'hectare de blé coûte en moyenne au colon de 140 à 150 francs ; il lui donne à peu près 8 hectolitres ; pour l'indigène, la dépense est de 90 à 100 francs ; mais le rapport n'est guère que de 5 hectolitres.

La production annuelle a toujours été sujette à de fortes variations ; elle se réduit considérablement par le manque de bras en temps d'épidémie ou de guerre, mais elle est surtout affectée par les circonstances atmosphériques ; les pluies insuffisantes, les sirocos prolongés, les invasions de sauterelles compromettent ou détruisent des récoltes entières. En 1864, les céréales rendaient 18 218 680 hectolitres ; en 1867, par l'effet d'une sécheresse de deux années, on tombait à 4 851 491. Plus récemment, après de bonnes campagnes comme celles de 1875 et de 1876, qui donnaient 18 et 19 millions de quintaux métriques, on n'obtenait plus en 1876 que 9 697 015 quintaux. Les résultats ont été bien moins mauvais, bien que médiocres encore, en 1878, où l'on a recueilli 11 412 333 quintaux, et en 1879, où la production a été de 13 961 302. De 1875 à 1880, la moyenne annuelle a été de 14 613 326 quintaux, représentant une valeur marchande d'environ 300 millions. Nous sommes encore loin des 5 milliards que produit en France la récolte moyenne des céréales.

La culture des pommes de terre, qui, en 1868, ne s'étendait dans les trois provinces qu'à 3346 hectares, occupait en 1879 une surface presque double, 7573 hectares. Le prix de revient est à peu près de 325 francs à l'hectare ; le rendement, lorsqu'on peut donner des arrosages et que les circonstances sont tout à fait favorables, atteint jusqu'à 300 hectolitres ; en terre sèche, il n'est plus que de 50 ; même ainsi, il est encore rémunérateur ; cependant la production locale est loin de suffire à la consommation ; les quantités importées dans ces dernières années se chiffrent par des moyennes de 10 millions de kilogrammes. Lors de l'enquête agricole du comte Lehon, les légumes n'étaient cultivés que sur 8000 hectares ; aujourd'hui, ils sont cultivés sur 30 000 ; les bénéfices donnés par l'exportation ont activé cette extension ; les légumes secs s'expédient en Angleterre, en Italie, en Espagne ; les légumes verts, pois, haricots, asperges, artichauts, vont figurer comme primeurs sur les marchés de la métropole ; les indigènes produisent surtout pour leurs propres besoins ou pour alimenter les villes de l'Algérie ; les Européens pratiquent une culture maraîchère intensive à grand renfort de fumier et d'arrosage pour la vente à l'extérieur. En 1879, on a exporté 4 222 424 kilogrammes de légumes secs, d'une valeur officielle de 1 058 606 francs, et 2 221 707 kilogrammes de légumes verts, estimés 333 256 francs.

Différentes cultures industrielles ont été essayées avec des succès variés. On s'était adonné, surtout dans la province d'Oran, à la culture du coton, que le climat semblait devoir favoriser. De 4000 kilogrammes en 1853, la production monta à 104 000 en 1858, à près de 500 000 en 1864 ; en 1866, elle atteignit son apogée, avec un rendement de 8 à 9000 quintaux. Ce qui encourageait les planteurs bien plus que les primes officielles, c'étaient les prix élevés résultant de la guerre d'Amérique ; mais, cette guerre une fois terminée, le marché américain reprit toute son activité. Les cotons algériens n'étaient pas cultivés ni préparés avec tout le soin désirable ; l'abus des irrigations et l'insuffisance des fumures nuisaient à la qualité. Les prix tombèrent et la décadence commença ; elle fut rapide. En 1871, la production n'était plus que de 271 000 kilogrammes ; en 1879, le nombre des planteurs se réduisait à 5, les superficies plantées à 36 hectares, les quantités égrenées à 14 205 kilogrammes. Cette culture paraît donc à peu près abandonnée ; peut-être serait-il possible de la reprendre dans les plaines irriguées, à condition d'employer de meilleures méthodes ; des tentatives faites dans le Sahara, notamment dans l'oued Rir, ont donné d'assez beaux résultats. Actuellement, on fait des essais pour acclimater la ramie ou china-grass, excellent textile qui donne des fibres longues et brillantes ; elle était cultivée en 1879 sur 10 hectares, donnant 6500 kilogrammes. Des plantes oléagineuses, le colza, le ricin, l'arachide, ont été la même année, et toujours à titre d'expérience, cultivées sur 132 hectares, qui ont produit 1244 quintaux de grains.

L'Algérie paraît propice à la culture du lin ; le lin de Riga, renommé pour ses filasses, s'y acclimate mieux que partout ailleurs ; on a également introduit le lin d'Italie. Jusqu'à présent, la difficulté du rouissage et la cherté de la main-d'œuvre n'ont pas permis de transformer sur place la paille en filasse ; la graine, que l'on recherche surtout, ne se traite pas non plus dans le pays. On estime que les graines seules peuvent donner un rendement de 500 francs par hectare, les frais ne dépassant pas 300 francs ; cependant cette culture est en décroissance. En 1876, il y avait 5555 hectares plantés en lin, donnant en graines 3 675 826 kilogrammes, en paille 1 737 560, en filasse 16 173. En 1878, il n'y a plus que 9136 hectares, en 1879 2697. Par contre, la sériciculture, après avoir décliné sous l'influence de la maladie des vers à soie et celle des mûriers, paraît se relever ; des primes sont d'ailleurs accordées aux producteurs de cocons. En 1875, il n'y avait que 39 éducateurs, récoltant ensemble 4898 kilogrammes ; en 1879, il y a eu 205 éducateurs, qui ont récolté 14 655 kilogrammes.

En Algérie, la culture, la vente et la manipulation des tabacs sont libres. Les frais de culture pour un hectare vont de 600 à 800 francs ; le rendement est de 1500 kilogrammes en feuilles sèches. La régie achète à 150 francs les 100 kilogrammes de première qualité, à 120 francs la seconde, à 90 la troisième. En 1878, le nombre des planteurs de tabac était de 7559, la superficie cultivée de 6319 hectares, le rendement de 4 494 935 kilogrammes en feuilles. L'année 1879, avec des cultures beaucoup plus étendues, comprenant 9764 hectares, a donné un rendement très inférieur, 2 610 983 kilogrammes

seulement. Cet abaissement de production s'explique par l'extrême sécheresse. En général, la culture et la fabrication laissent à désirer; on cherche plutôt à faire beaucoup qu'à faire bien; à part les variétés Khrachena et Chebli, dont il ne faut pas s'exagérer le mérite, la qualité des tabacs algériens est médiocre; la régie les emploie à la préparation de ses tabacs ordinaires et de ses cigares à bon marché.

Le Coran interdit l'usage du vin et des liqueurs fermentées; aussi la vigne n'était-elle cultivée avant 1830 que pour le raisin; le gros raisin sucré de Kabylie était fort apprécié comme dessert de table; les colons essayèrent de faire du vin, mais on employait sans discernement les cépages et les méthodes; l'installation était défectueuse, l'outillage incomplet; longtemps les tentatives furent malheureuses. Les produits algériens admis à l'exposition d'horticulture de 1868 étaient déclarés de qualité médiocre et de fabrication trop peu soignée. Cependant le pays se prête admirablement à l'élève de la vigne; les terrains sablonneux et accidentés abondent dans le Tell; ni les gelées ni les coulages ne sont à redouter; le seul danger est celui de l'excessive sécheresse. Peu à peu, l'expérience a corrigé les erreurs du début; les viticulteurs algériens ont d'ailleurs pour guides les vignerons français que le phylloxera a chassés de leurs départements. Si le fléau continue d'épargner l'Algérie, il aura été pour elle une cause indirecte de prospérité. Partout, dans les trois provinces, les vignobles se multiplient; le prix de revient dans les environs d'Alger est de 1000 francs par hectare si l'on exécute un défoncement complet, de 650 francs pour la plantation à fossé, de 200 francs pour la plantation à barre à mine; les vignobles de la plaine donnent une moyenne de 200 hectolitres à l'hectare, ceux du Sahel 50. Pris chez le propriétaire, le vin de la plaine se vend au moins 20 francs, celui du Sahel au moins 30 francs l'hectolitre. Dans toute l'Algérie, il n'y avait en 1850 que 792 hectares de vignes; en 1879, on en comptait 20 000, produisant une récolte de 350 000 hectolitres (1). La qualité s'est améliorée. « Dans quelques années, disait en 1873 le rapporteur de l'exposition de Vienne, l'Algérie fournira du vin au monde entier. » Jusqu'à présent, elle n'a pas encore suffi à ses propres besoins; en 1879, on constatait une importation de 280 000 hectolitres, il est vrai qu'elle était de 470 000 en 1871 (2). C'est une habitude prise par les Algériens de consommer des vins de France, ils n'y renonceront que lentement. Cependant ils ont dans le pays, outre les vins blancs et liquoreux, comme le médéa et le mascara, des vins rouges bien travaillés et capables de se conserver. L'extension des vignobles est de tous points souhaitable; elle a pour effet d'améliorer le climat, de mettre en rapport des terrains qui ne se prêteraient pas aux céréales et enfin d'augmenter la richesse de la colonie par une production annuelle dont la valeur dépasse déjà 10 millions.

(1) En 1880, on a compté 23 724 hectares plantés en vignes qui ont donné ensemble 432 580 hectolitres. Actuellement (1882), on peut estimer à 30 000 hectares la superficie des vignobles algériens. (*Revue scientifique* du 4 septembre 1880, p. 233.)

(2) En 1880, l'importation n'a plus été que de 256 000 hectolitres; d'autre part, l'exportation a monté de 10 000 à 50 000 hectolitres.

L'olivier existe en Algérie depuis la plus haute antiquité; à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, il apparaît partout; c'est un arbre précieux, qui se sème de lui-même et se reproduit avec la plus grande facilité; quand le milieu est favorable, il atteint d'énormes proportions : on a mesuré des troncs de 10 mètres de circonférence; la culture est simple et n'exige que peu de main-d'œuvre; il brave les intempéries, même la mortelle sécheresse; dans les plus mauvaises années, sa récolte ne fait jamais défaut. Rien qu'en massifs compacts, il y a en Algérie 70 000 hectares peuplés d'oliviers; la plupart, à vrai dire, sont à l'état de sauvageon, mais les Kabyles eux-mêmes savent greffer; cette culture est donc susceptible d'une extension presque indéfinie. Un olivier en plein rapport peut donner jusqu'à 15 ou 20 décalitres de fruits; la production totale est d'environ 200 000 hectolitres; l'olive dite à gros fruits est destinée à être salée, l'olive à petits fruits et l'olive verdale servent à la fabrication de l'huile; les indigènes consomment une grande quantité d'huile qu'ils préparent eux-mêmes d'une manière fort imparfaite, mais ils vendent une bonne partie de leurs fruits aux usines européennes, qui leur payent le double décalitre de 1 fr. 50 à 2 francs. L'huile d'olive a été de tout temps un des principaux articles du commerce extérieur de l'Algérie. De 1840 à 1876, on a exporté 25 millions de kilogrammes pour une importation de 11 605 000. En 1879, l'importation était de 1 265 129 kilogrammes; l'exportation dépassait 3 millions. Il faut noter que la plupart des huiles d'olive qui arrivent en Algérie sont des huiles indigènes qui, après avoir été épurées dans la métropole, sont réimportées sous d'autres désignations.

Le palmier-dattier n'existe pas en Europe, au moins comme arbre producteur; en Algérie, il est la principale et presque l'unique richesse de toute une population. Dans les oasis, une partie des dattes se consomment fraîches; mais le plus souvent, on les soumet d'abord à une dessiccation. C'est le fond de la nourriture du Saharien, l'objet d'échange au moyen duquel il se procure diverses marchandises. Les caravanes partent pour le Tell avec des chargements de dattes et reviennent avec des chargements de céréales. Dans le désert, au moment de la récolte, on a une mesure de blé pour deux mesures de dattes; dans le Tell, au temps de la moisson, on a une mesure de dattes pour deux de blé; en tenant compte des frais de transport, il y a donc à peu près équivalence. Mais l'hectare planté en palmiers est d'un tout autre rapport que l'hectare ensemencé en blé. On compte par hectare à peu près 100 pieds; chaque pied fournit en moyenne 150 kilogrammes de fruits. En 1876, le nombre des palmiers soumis à l'impôt s'élevait à 1 877 462; si l'on s'en tient à ce chiffre officiel, certainement au-dessous de la réalité, et que l'on évalue à 15 francs le rendement d'un arbre, on peut estimer que la récolte annuelle représente au moins une somme de 28 millions (1).

(1) Plusieurs propriétaires français, entre autres MM. Foureau et Fau, ont acheté dans l'oued Rir des jardins de palmiers dont l'exploitation leur donne d'excellents résultats.

Presque tous les arbres à fruits du midi et du centre de l'Europe se rencontrent en Algérie; ceux qui réussissent le mieux sont l'amandier, le figuier, le citronnier et l'oranger. Les figues contribuent pour une bonne part à l'alimentation kabyle. Les orangeries de Blidah ont une superficie d'environ 200 hectares et donnent un revenu moyen de 200 francs à l'hectare; avec celles de Boufarik et de Coléah, elles alimentent un commerce d'exportation assez important. Mais leur production ne peut se comparer, au moins pour la quantité, avec celle des îles grecques, de l'Espagne ou des Açores.

II.

LES FORÊTS.

D'après les relevés administratifs, les forêts occupent en Algérie une superficie de 2 360 747 hectares; ce n'est pas là le pays sans bois dont on parlait dans les premiers temps de la conquête; il faut pourtant convenir que la proportion des surfaces boisées est assez faible: elle ne représente guère que la treizième partie de l'étendue totale, tandis qu'en France elle est d'un sixième. A vrai dire, l'évaluation actuelle n'a rien de définitif; pendant de longues années on n'aura que des chiffres approximatifs : « C'est à vue d'œil, au pas de cheval ou bien au moyen de la boussole et de la planchette, sans triangulation préalable, que le périmètre des forêts a été tracé. »

Dans le principe, toutes les surfaces boisées étaient considérées comme appartenant à l'État; plus tard, l'exécution du sénatus-consulte de 1863 en a attribué une partie aux groupes indigènes, des dotations forestières ont été accordées à des communes européennes; enfin des forêts, d'abord données en concession, ont été ensuite cédées en toute propriété. Ainsi se sont constitués à côté du domaine de l'État un domaine communal et un domaine particulier. 1 969 246 hectares appartiennent à l'État, 77 748 à des communes européennes ou indigènes, 313 751 à des particuliers. 547 820 hectares sont situés dans la province d'Alger, 647 909 dans la province d'Oran, 1 165 117 dans celle de Constantine. Les bois domaniaux ou communaux, soit 2 046 995 hectares, sont soumis au régime forestier; mais, dans une bonne partie du territoire de commandement, l'autorité militaire est seule chargée de la surveillance, l'administration forestière n'intervient que pour désigner les arbres à abattre et indiquer les conditions dans lesquelles doit se faire l'exploitation.

Dans les forêts domaniales et communales, les essences les plus importantes sont: le chêne-liège, qui peuple 278 325 hectares; le chêne vert, répandu sur 605 622, le chêne-zéen sur 62 585, le pin d'Alep sur 812 659, le pin maritime sur 536, le cèdre sur 42 742, le thuya sur 24 045. Le reste, soit 220 477 hectares, est occupé par les oliviers sauvages, les eucalyptus, les pistachiers, les caroubiers, les genévriers, etc. Les forêts particulières sont presque toutes des forêts de chênes-lièges.

Toutes ces essences sont susceptibles d'être utilisées. Le chêne-liège donne un bois très solide, qui peut s'employer dans les constructions navales; son écorce fournit le liège de commerce. Jusqu'à présent, ce sont surtout les concessionnaires et les propriétaires particuliers qui se sont occupés de cette dernière exploitation; l'écorçage d'un chêne-liège produit une moyenne de 50 kilogrammes par an. De 1867 à 1876, l'Algérie a expédié au dehors 23 575 tonnes de liège brut, d'une valeur officielle de 28 290 941 francs. L'importance du mouvement ne fait que s'accroître. En 1878, on a exporté 5161 tonnes, valant ensemble 6 193 909 francs; en 1879, 6 036 tonnes, valant 7 243 594 francs. Le bois du chêne vert, dur et élastique, sert au charronnage, à la confection de manches d'outils solides; on en fait aussi des traverses de chemin de fer; les arsenaux de la marine l'achètent au poids. Le chêne-zéen, compact, d'un grain serré et homogène, est utilisable pour la tonnellerie et les constructions navales. Le pin d'Alep fournit de la résine, du goudron, de la poix; débité en madriers et en planches, il donne un bois de charpente que l'on préfère au pin du Nord. Le cèdre atteint jusqu'à 20 mètres de haut avec une circonférence de 5 à 6; on y taille des pièces de charpente de longue portée. Peu noueux, il se coupe et se rabote avec la plus grande facilité; l'ébénisterie et la menuiserie en font usage. Quant au thuya, riche de nuances, avec ses veines, ses moires et ses mouchetures, il n'est pas tout à fait aussi apprécié qu'au temps où Cicéron payait une table en thuya un million de sesterces; cependant il est encore recherché et se vend cher pour l'ébénisterie de luxe. Parmi les autres essences, les unes peuvent être mises en coupe pour la charpente, l'ébénisterie, la menuiserie, la sculpture, le charronnage; d'autres, comme l'olivier, peuvent être cultivées comme arbres industriels; d'autres enfin, telles que l'eucalyptus, assainissent par la rapidité de leur développement les terrains les plus fiévreux.

Jusqu'à présent, l'exploitation des bois n'a pas été active. La population n'est pas assez dense pour utiliser sur place les bois de chauffage; les charbons, les bois d'œuvre ou d'art constituent une marchandise encombrante, présentant pour une valeur médiocre un grand poids et un grand volume; on ne peut en tirer parti qu'avec des transports économiques, et l'on sait qu'en Algérie le développement des chemins de fer et même des routes est encore très incomplet. C'est pour cela que, tout en ayant dans le pays même des ressources considérables, l'industrie algérienne recourt de préférence à l'étranger. La navigation à voiles, moyennant un fret modéré, apporte de Trieste ou même de la Norvège d'énormes quantités de bois bruts, équarris, sciés. De 1867 à 1876, on a importé des bois pour 28 millions de francs; dans la seule année 1879, le mouvement a été de 3 029 256 francs.

Les forêts de l'Algérie ne sont pas situées dans les parties les plus abordables; on les a détruites partout où le défrichement pouvait donner des terres propres à la culture; c'est seulement en montagne, sur les sommets abrupts ou la raideur des pentes qu'elles se sont conservées. On peut avoir vécu longtemps dans le pays, avoir parcouru celles de ses régions où la civilisation s'est installée et partager l'erreur commune qui le déclare nu et sans forêts. Il n'en est pas moins vrai que les superbes cèdres de Téniet-el-Häad et du

Djebel-Touggour, les pins de l'Aurès, les chênes-zéens de l'Edough et des Beni-Salah sont comparables à tout ce que la végétation forestière offre de vigoureux et d'imposant.

Il n'est pas douteux que l'Algérie n'ait été jadis beaucoup mieux boisée qu'à présent. A voir la manière de faire des indigènes, on s'explique sans peine le dépeuplement forestier. Lorsqu'un terrain paraissait médiocre, on attaquait par feu les massifs d'arbres avoisinants; le défrichement s'opérait ensuite; on avait ainsi de grandes étendues de culture, où l'on était à l'aise pour laisser des jachères. Le pâturage, venant après cela, achevait l'œuvre de destruction. Même aujourd'hui, ce n'est pas chose facile de préserver les forêts survivantes. Chaque année, des incendies se produisent; on les impute volontiers à la malveillance, mais il faut aussi s'en prendre à d'autres causes. Les indigènes sont plus imprudents que mal intentionnés; leur incurie naît de leur ignorance. Pendant l'été, l'extrême sécheresse de l'air enlève aux arbres presque toute l'humidité; qu'il se lève un siroco violent, et le moindre feu de berger pourra devenir un embrasement général. Les incendies de forêts ne sont pas d'ailleurs particuliers à l'Algérie; on en peut constater pendant la saison chaude en Sardaigne, en Corse, en Provence, dans tous les pays dont les conditions climatériques sont à peu près semblables (1).

Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas des précautions à prendre. Le service des forêts, qui comprend, comme en France, des inspecteurs, des sous-inspecteurs, des gardes généraux, des préposés et en outre des gardes indigènes, est chargé d'empêcher surtout les abus de pâturage et les incendies. Lors des migrations estivales, on est obligé d'admettre en forêt les troupeaux des nomades; comment en effet ne pas tenir compte des droits d'usages invétérés et plus encore des nécessités? Mais les jeunes coupes, les massifs qu'on juge trop compromis et en général tout ce qui n'est pas défensable forment une zone prohibée. Pendant les quatre mois de grande chaleur, il est absolument défendu, même aux propriétaires, d'apporter ou d'allumer du feu à une distance moindre de 200 mètres; il est également interdit dans un rayon de 4 kilomètres de brûler les broussailles et les végétaux sur pied. Dans les régions forestières, les indigènes sont astreints à un service de surveillance. En cas d'incendie, si les coupables demeurent inconnus, la forêt est fermée pour six années même aux usagers, des amendes collectives sont frappées sur les tribus; quand les incendies dénotent un concert préalable, on les assimile à des faits insurrectionnels, et ils peuvent donner lieu à l'application du séquestre.

L'expérience ne montre pas que ces mesures soient bien efficaces; en admettant qu'elles le fussent, elles ne pourraient que préserver les massifs existants. Or il est évident que pour modérer le climat, assurer la régularité des pluies et du régime des eaux, protéger les cultures de plaine, assainir les régions basses, le peuplement actuel est très loin d'être suffisant, le reboisement apparaît donc comme nécessaire. De 1866 à 1878, on a exécuté quelques boisements artificiels, surtout dans les environs d'Alger, d'Oran et de Constantine; on a planté du pin d'Alep, du chêne-liège et dans les parties élevées du cèdre. Les surfaces sur lesquelles on a opéré sont en tout de 1560 hectares; le coût a été de 1 453 100 francs, soit 880 francs par hectare. A ce compte il faudrait des milliers d'années et des milliards de francs pour arriver à des résultats appréciables; il est vrai que l'administration compétente indique comme préférables les reboisements naturels par coupes de cépage, améliorations de broussailles dans les forêts qui existent déjà. L'opinion publique réclame des efforts et des dépenses proportionnés à la grandeur des intérêts engagés et à l'urgence du péril. Pourquoi les Chambres ne voteraient-elles pas pour l'Algérie, comme on l'a fait pour la France, une loi de reboisement? Le reboisement officiel s'opérerait surtout dans les montagnes, sur les terrains qui appartiennent au domaine ou qui ne présentent qu'une valeur marchande médiocre; il se ferait aussi le long des oueds; dans le lit large et désolé qu'ils se sont tracé, on planterait d'abord des saules submersibles, puis des frênes, des peupliers, des aunes, plus tard des platanes et des eucalyptus (1). Une part serait laissée à l'initiative individuelle; les colons comprendraient facilement l'utilité des rideaux d'arbres étendus en plaine pour diviser et protéger les cultures. Des primes encourageraient les plantations; ce serait le moyen d'agir même sur les indigènes et de les intéresser à l'œuvre commune. Plus tard, le sentiment qui anime les fondateurs de la ligue *du reboisement* deviendra général, chacun saura que planter un arbre c'est rendre un service au pays. Mais en attendant, pour empêcher une destruction totale, pour préserver et reconstituer la richesse forestière, l'intervention de l'État est encore nécessaire et le sera longtemps.

III.

L'ÉLEVAGE.

Dans un pays agricole comme est l'Algérie, l'élevage est la condition essentielle de la prospérité; il fournit non seulement de la viande, du lait et divers produits organiques pour l'industrie locale et le commerce extérieur, mais aussi et surtout la force animale dont ne peut se passer le travail des champs, l'engrais qui nourrit le sol et lui permet de produire toujours sans s'épuiser jamais. Le rendement des terres est beaucoup moindre en Algérie que dans la métropole : en France, l'hectare donne 15 à 18 hectolitres de blé ou bien de 20 à 27 hectolitres d'orge, tandis que le colon n'obtient guère que 8 hectolitres en blé et un peu plus de 8 hectolitres en orge. Une telle infériorité ne s'explique point par la mauvaise qualité des terres, qui sont excellentes; elle n'est pas le fait des cultivateurs européens, actifs et intelligents

(1) En 1880, on a constaté 137 incendies. Après enquête, 8 seulement ont été attribués à la malveillance, 103 à l'imprudence seule.

(1) Voy. Battandier, *Du rôle du boisement dans l'avenir de l'Algérie* (*Bulletin de l'Association scientifique algérienne*). Voy. aussi le programme de la Ligue du reboisement.

pour la plupart; elle a sa cause unique dans la rareté des engrais. Ici, comme ailleurs, l'élevage est l'auxiliaire indispensable de la culture. « Si tu veux du blé, fais du pré », dit un vieux proverbe.

L'indigène soigne peu et mal ses bêtes; il se borne à faire le guet pour qu'on ne les lui vole pas. De leur construire des abris, de surveiller leur alimentation, de leur préparer des réserves, il n'en a cure. Au printemps, quand l'herbe est abondante, les animaux pâturent à leur guise; alors sévit la *meurara*, la mort par indigestion; viennent les mois de l'été, si l'année a été sèche, l'herbe et l'eau se font rares, les malheureux troupeaux courent de la source au pâturage et du pâturage à la source, beaucoup périssent de faim, de soif ou d'épuisement. La nourriture, maigre et échauffante en été, devient froide et aqueuse en hiver; dans les plateaux et les parties élevées du Tell, les rigueurs de la saison déterminent une mortalité considérable. La reproduction est livrée au hasard, il en résulte des portées malencontreuses aux époques de l'année les plus défavorables; les races dégénèrent et s'abâtardissent. Jusqu'à présent, la plupart des colons se sont bornés à acheter des animaux et à les engraisser pour les revendre; ils sont plus soigneux que les Arabes, bien que leurs procédés et leur installation laissent encore à désirer. Des hangars ouverts tiennent lieu d'étables, l'alimentation n'est pas toujours régulière ni substantielle, les eaux sont souvent mauvaises. On trouve à peine quelques éleveurs sérieux qui soumettent leurs bêtes à un régime mieux entendu, surveillent la reproduction et se préoccupent d'améliorer les races par le croisement ou la sélection. Leur nombre augmentera quand tous les villages auront leurs communaux et quand les cultures fourragères auront pris une plus grande extension.

Le cheval du pays est le barbe, sobre, résistant, docile, plein de feu et d'élan, monture excellente, mais trop petit, trop faible pour l'attelage et le travail. En 1867, on comptait 203 681 chevaux, en 1872, après la famine et la guerre, ils n'étaient plus que 127 946; en 1879, la statistique officielle en trouve 155 939. Sur ce nombre, 137 045 appartiennent à des indigènes; 19 894 à des Européens. Les Arabes ont besoin de vastes espaces pour l'élevage du cheval; dans le Tell, ils paraissent y renoncer. D'ailleurs la race est en décadence, elle s'affaiblit visiblement; on a essayé, pour lui donner plus de corps et de vigueur, de la croiser avec des animaux de gros trait; mais ces tentatives, désapprouvées par les hommes compétents, n'ont pas donné de bons résultats. Les percherons importés en Algérie subissent l'influence du changement de milieu et de climat; les métis manquent de vigueur et d'élégance : à la deuxième génération, on a de nouveau des barbes, mais des barbes abâtardis. Le seul cheval étranger qu'on pourrait introduire avec succès, c'est le pur sang anglais, qui, étant lui-même d'origine arabe, se croiserait facilement avec son congénère. Il y a tout à espérer de la sélection; le barbe, lorsqu'on le soigne et qu'on le nourrit, se remonte vite. En choisissant avec attention les sujets, on pourrait constituer des familles plus puissantes, utilisables pour le trait aussi bien que pour la selle. Il faudrait aussi user avec discrétion des achats de remonte qui enlèvent les plus beaux individus et écrèment ainsi l'espèce; la remonte d'Algérie fournit des chevaux non seulement à l'armée d'Afrique, mais encore à une division de France. De 1867 à 1873, elle a acheté 15 448 chevaux; dans la seule année 1879, 1377 chevaux ou poulains.

Dans les parties montagneuses, on emploie peu le cheval; le mulet est préféré comme monture ou comme bête de somme, on l'attelle pour les labours. Il est vigoureux, solide d'allure, avec une sûreté de pied incomparable. Les mulets ont diminué dans la période de 1867 à 1872. De 157 024, leur nombre est descendu à 129 209; il s'est légèrement relevé depuis, jusqu'à 134 232 en 1879. Les indigènes en ont 119 314, les Européens 14 918. A côté du mulet, l'âne rend de très grands services; il n'existe pas de porteur de fardeau plus endurant et plus sobre que le modeste bourricot. Les indigènes possèdent 179 577 ânes, les Européens seulement 7887.

On évaluait en 1879 le nombre des chameaux à 195 303. Bien que la réputation de cet animal ait été surfaite, on ne peut nier son utilité. Les gens du sud s'en passeraient difficilement : ils se nourrissent de sa chair et de son lait, font avec son poil des burnous et des tentes, le chargent de leurs provisions et de leurs marchandises, le montent dans leurs grandes courses à travers le désert. On distingue le dromadaire simple et le méhari. Il existe entre eux « la même différence qu'entre un cheval de la Camargue et un carrossier du Mecklembourg ». Le dromadaire porte des charges de 200 à 300 kilogrammes; il peut faire de 12 à 15 lieues par jour; le méhari, plus grand, plus fort, avec des membres vigoureusement musclés, accomplit en un jour des étapes de 24 lieues. Les méharis de choix parcourent jusqu'à 48 lieues.

L'espèce bovine a été, comme toutes les autres, cruellement éprouvée antérieurement à 1872. En 1856, elle comptait 1 300 000 têtes, 1 114 000 en 1867, 815 868 en 1872. Les relevés de 1879 indiquent un chiffre d'environ 1 200 000. 139 000 appartiennent à des Européens. Il existe en Algérie trois variétés assez différentes de forme et d'aptitude. Le bœuf de Guelma, le plus estimé de tous, est de couleur fauve ou gris clair; sa taille est peu élevée : elle va de $1^m,25$ à $1^m,35$; mais la structure du corps est régulière. Il est bon travailleur, avec plus d'entrain cependant que de fond; il s'engraisse facilement et donne d'assez bonnes laitières. Le bœuf kabyle a la robe claire; il ne dépasse guère $1^m,20$; il est bas sur jambes, trapu, avec des membres courts et solides. Le bœuf d'Oran, généralement rouge ou noir, est plus grand; mais ses formes sont mal proportionnées, son arrière-train peu développé. Il est très sensible aux intempéries, travaille peu, s'engraisse mal. En somme, la race algérienne, telle qu'elle existe actuellement, donne d'assez médiocres produits, soit pour la culture, soit pour la boucherie (1). Il ne faut guère songer à importer des races étrangères; les prix de revient seraient trop élevés, sans parler des difficultés de

(1) Voy. Bonzom, *Traité de zootechnie algérienne*.

l'acclimatement. On ne peut compter sur les croisements pour créer des races nouvelles; mais, à défaut de reproducteurs, ils peuvent fournir des sujets excellents pour le lait, la viande ou le travail. Dans les environs d'Oran, on fait venir des taureaux espagnols; près de Sétif, en employant des taureaux de Schwytz et de Fribourg, on obtient des produits qui pèsent de 300 à 600 kilogrammes et des vaches qui donnent jusqu'à 20 litres de lait par jour. A l'Oued-el-Alleug, M. Arlès Dufour a croisé des guelma avec des charollais; les métis arrivent à 609 kilogrammes en vingt-six mois. Mais la véritable méthode à employer pour relever la race indigène, c'est encore la sélection. Il faut opérer la castration des veaux reconnus impropres à la reproduction, surveiller les accouplements, donner aux jeunes animaux des soins et une bonne nourriture. On ne parviendra pas ainsi à faire des bœufs anglais, mais on aura des bestiaux plus robustes, plus riches en viande et en lait que ne le sont aujourd'hui les bœufs algériens.

Les moutons étaient, en 1879, au nombre de 8788452, dont 8549373 à des indigènes. Les grands troupeaux se rencontrent surtout dans les terrains de parcours des steppes et du Sahara; les nomades, dont ils constituent la principale richesse, les appellent *el metmir rahala*, les silos ambulants. C'est, du reste, une richesse assez instable, qui se développe pendant la belle saison, qui diminue avec une rapidité effrayante pendant les sécheresses ou les grands froids. Les Arabes ont pris l'habitude de vendre dans les moments les plus critiques ceux qu'ils redoutent de ne pouvoir conserver. Tous les ans, pendant les mois d'été, de longues files de moutons, soulevant autour d'eux des tourbillons de poussière, s'acheminent vers les ports d'embarquement. En 1879, on avait exporté 741725 moutons d'une valeur officielle de 14834500 francs; les laines expédiées durant la même année s'élevaient à un poids de 7317513 kilogrammes et à une valeur de 12805648 francs. Les indigènes ne soignent pas mieux leurs moutons que leurs autres bestiaux; beaucoup n'ont pas encore adopté les cisailles et font la tonte avec de mauvais couteaux. Les éleveurs européens et la bergerie modèle de l'État ont tenté des croisements avec le mérinos. Suivant une opinion qui ne manque pas de vraisemblance, le mérinos aurait eu pour ancêtre un mouton africain originaire des environs de Tlemcen. Il s'agirait donc moins de croiser la race que de lui restituer ses qualités primitives. Les résultats obtenus pour la production des laines sont des plus encourageants. La toison d'un mouton arabe pèse en moyenne 1^{kg},500, sa laine en suint vaut de 140 à 150 francs le quintal; la toison d'un métis de mérinos pèse de 2 kilogrammes à 2^{kg},500, sa laine se vend de 200 à 250 francs le quintal; c'est-à-dire que le mouton indigène donnera pour 2 fr. 25 de laine, tandis que le métis en donnera pour 5 fr. 60.

Les chèvres se chiffraient, en 1879, par 3468688; elles vivent facilement et partout, mieux encore dans les parties montagneuses et escarpées que dans les régions plus accessibles; leur dent meurtrière est l'ennemie des forêts, tous les incendies n'ont pas fait autant de dégâts. On distingue la chèvre kabyle, petite et médiocre laitière, la chèvre arabe proprement dite, et enfin la chèvre maltaise, qui donne beaucoup de lait; celles des environs d'Alger fournissent 3 à 4 litres par jour. L'élevage du porc n'est pas pratiqué par les indigènes, le Coran leur interdisant la chair de cet animal. Il est incontestable que cette viande, inférieure même dans les pays du Nord à celle du mouton ou du bœuf, *est médiocrement* saine en Algérie. Mais l'entretien des porcs est facile et peu coûteux; on en comptait, en 1879, 57000 appartenant tous à des Européens. Les animaux de basse-cour sont élevés dans toutes les fermes ou maisons rurales pour l'alimentation; les Arabes font sur les marchés des villes un commerce assez important de poules et d'œufs. La douceur du climat, l'abondance des plantes aromatiques favorisent l'apiculture. Les abeilles sont plus dociles qu'en France; lorsque les Kabyles veulent arrêter un essaim, ils se contentent de siffler et de jeter de la poussière en criant : « Pose-toi, roi; les autres se poseront! » La plupart des apiculteurs sont des indigènes; cependant les Européens s'adonnent aussi à cette industrie fructueuse, dont le rapport est calculé à 30 pour 100.

En résumé, les Européens possédaient, à la fin de 1879, 528496 têtes de gros et de menu bétail, les indigènes 13659624. L'avoir des Européens, de 243653 en 1862, de 346166 en 1867, de 392975 en 1872, de 443930 en 1876, n'a pas cessé de s'accroître, même dans les plus mauvais jours. Celui des indigènes, après avoir subi de *fortes pertes, semble* se reconstituer. Les Arabes ont aujourd'hui un peu plus de bétail qu'en 1867. L'Algérie, avec ses 14 millions de bestiaux, ne peut se comparer aux pays de grand élevage, comme l'Australie, les États-Unis, la Plata. L'Australie a 6 millions de bœufs et 60 millions de moutons; les États-Unis, 27 millions de bœufs, 32 millions de moutons, 32 millions de porcs; la Plata, 15 millions de bœufs et 80 millions de moutons. Pourtant notre colonie est placée dans des conditions qui lui permettent de développer presque indéfiniment au moins ses races lainières. Il est permis d'espérer que les bergeries modèles comme celle qu'on a installée à Moudjebeur et les exemples européens feront peu à peu l'éducation pastorale des indigènes. Mais il faut surtout, si l'on veut obtenir une production bovine plus importante, propager dans le Tell les cultures fourragères; si l'on veut favoriser l'élevage du cheval et du mouton, reconstituer les pâturages des hauts plateaux, où pourront s'établir des sortes de *runs* australiens.

WAHL.

PHYSIQUE

La température critique et la pression critique.

Andrews a montré, par de belles recherches, qu'il existe pour chaque gaz une certaine température au-dessus de laquelle ce gaz ne peut passer à l'état liquide sous l'influence de la pression, si grande qu'elle soit.

Ainsi si l'on chauffe de l'anhydride carbonique liquide, contenu dans un tube scellé, jusqu'à 31°, on voit la surface de séparation entre le liquide et le gaz s'effacer peu à peu, puis disparaître totalement; de plus, au-dessus de cette température de 31°, à laquelle Andrews a donné le nom de *température critique* ou *point critique*, il n'est plus possible de ramener la masse gazeuse à l'état liquide, même sous les plus fortes pressions.

Pour Ramsay, le point critique est la température à laquelle le liquide et le gaz formé sont arrivés à avoir même densité, le premier en se dilatant, le second en se comprimant.

Hannay définit le point critique, la température à laquelle le liquide perd sa cohésion.

Ces définitions, je le crains, ne permettent pas de se faire une idée du phénomène physique dont nous nous occupons. On comprendra mieux, je l'espère, cette propriété de la matière en la déduisant d'autres propriétés plus connues, je veux parler des lois de la dilatation des corps à l'état liquide et à l'état gazeux.

Les gaz parfaits ont sensiblement le même coefficient de dilatation et ce coefficient de dilatation est, dans des limites étendues, indépendant de la pression que supporte le gaz et de la température à laquelle on le porte. Ainsi la dilatation d'un gaz est la même pour une augmentation égale de température à 0° et à 100° par exemple.

Il n'en est pas de même des liquides. Leur coefficient de dilatation croît avec la température et si on porte un liquide en vase clos à des températures supérieures à son point d'ébullition, on voit son coefficient de dilatation égaler et dépasser celui des gaz.

De ces propriétés, on peut déduire l'impossibilité de l'existence d'un corps à l'état liquide à partir d'une certaine température.

Considérons un certain volume d'anhydride sulfureux liquide et un égal volume d'un gaz parfait, obéissant par suite dans des limites très étendues à la loi de Mariotte, et portons ces deux corps à des températures successivement croissantes, 0° étant la température initiale.

Le gaz restant sous pression constante, et quelle que soit la pression initiale sous laquelle il se trouve, subira des accroissements égaux de volume pour des augmentations égales de température; sa dilatation sera donc représentée par une ligne droite OB.

Le liquide, au contraire, se dilatera d'abord beaucoup moins que le gaz, puis autant que lui; enfin son coefficient de dilatation dépassera celui du corps à l'état gazeux. Ses augmentations successives de volume seront représentées par une courbe OMN, qui coupe en F la ligne OB, vers 140°.

La discussion de ces courbes fera voir qu'au-dessus du point F qui correspond environ à la température de 140°, l'anhydride sulfureux ne peut plus subsister à l'état liquide.

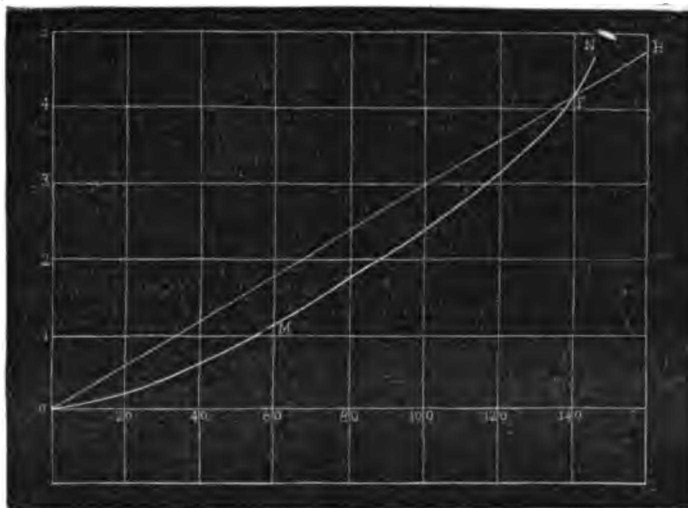


Fig. 38. — Dilatation de l'anhydride sulfureux liquide.
(Courbe tracée d'après les expériences de Drion.

1° En effet, si le liquide existait encore au-dessous de 140°, son volume total augmenterait plus vite que le volume du gaz pour un égal accroissement de température. Or, comme la dilatation d'un gaz est indépendante de la pression, il est facile de concevoir le gaz sous une pression telle que volumes égaux du gaz et du liquide renferment même nombre de molécules. La cohésion du liquide serait donc moins grande que celle du gaz qui est nulle. *Le liquide ne pourra donc rester à l'état liquide.*

Nous retrouvons ici la définition de Hannay d'après laquelle le point critique est la température à laquelle le liquide perd sa cohésion.

De fait, si l'on chauffe en vase clos de l'anhydride sulfureux, on voit le liquide se dilater d'abord énormément, puis disparaître totalement entre 140° et 150°.

2° Si le liquide existait encore au-dessus de F, en N par exemple, une augmentation de pression qui tendrait à lui faire prendre un volume moindre le ferait passer à l'état gazeux, dont le volume est moindre à cette température. Nous voyons donc *qu'au-dessus de cette température de 150°, l'anhydride sulfureux n'est plus liquéfiable quelle que soit la pression,* et que le point F, point critique, correspond bien à la température où, suivant la définition de Ramsay, le liquide et le gaz formé sont arrivés à avoir même densité, le premier en se dilatant, le second en se comprimant.

3° Au-dessous de ce point F, le gaz supposé de même nature que le liquide se rapprochera de l'état liquide dont le vo-

lume est moindre, soit qu'on comprime ce gaz, soit qu'on le refroidisse, c'est-à-dire qu'on pourra liquéfier le gaz au-dessous de 150° soit par refroidissement, soit par pression.

4° Ces courbes font comprendre aussi comment il se fait qu'un liquide puisse avoir un coefficient de dilatation plus grand que celui des gaz sans passer à l'état gazeux, le point critique étant situé au-dessus de la température à laquelle un liquide a le même coefficient de dilatation qu'un gaz parfait. Ce fait est également vérifié par l'expérience. Dans le cas cité, c'est aux environs de 80° que les deux coefficients sont égaux. On voit dans la figure que vers cette température un élément de la courbe OMN est parallèle à la ligne OF.

J'ai supposé, pour faire saisir ces propriétés de la matière, un liquide et un gaz parfait. Or il n'y a pas passage brusque de l'état liquide à l'état de gaz parfait. Le coefficient de dilatation des vapeurs qui se confond avec celui des gaz, à des températures éloignées du point d'ébullition du liquide générateur, est plus grand à des températures rapprochées de ce point d'ébullition. On conçoit donc que la dilatation plus rapide du liquide se continue par une dilatation plus rapide de la vapeur pour atteindre seulement, à des températures plus élevées, la dilatation propre aux gaz parfaits. Il y a donc continuité dans les propriétés d'un corps pendant son passage de l'état liquide à l'état de gaz parfait. Aussi le point critique est-il situé en réalité un peu plus haut que le point où la courbe OMN vient couper la ligne OB.

Nous pouvons maintenant donner une définition précise des mots gaz et vapeur. Un liquide passe à l'état de gaz parfait au-dessus de son point critique et à l'état de vapeur entre son point d'ébullition et son point critique. La vapeur est un véritable état intermédiaire de la matière entre l'état liquide et l'état de gaz parfait, comme l'état pâteux est, dans certains cas, un intermédiaire entre l'état solide et l'état liquide.

Il y a plus de vingt ans, Mendéleïeff avait été amené par des études d'un autre ordre relatives à la capillarité, à considérer la *température absolue d'ébullition* d'un liquide qu'il définissait : la température à laquelle la cohésion du liquide est nulle, la chaleur latente de vaporisation également et à laquelle le liquide se transforme en gaz indépendamment de la pression. C'est la température ou le point critique d'Andrews.

L'expression « température absolue d'ébullition » mériterait de rester dans la science de préférence à celle d'état critique, si elle n'était déjà employée pour désigner la température d'ébullition d'un corps comptée à partir du zéro absolu ; d'où une confusion possible. Il serait préférable, je crois, d'indiquer sous le nom de *température d'ébullition absolue* la température comptée à partir de 0° centigrade à laquelle un liquide bout sous toutes les pressions. On trouve dans ce tableau les températures d'ébullition absolue des liquides étudiés jusqu'à présent à ce point de vue, températures dont plusieurs ont été signalées déjà par Mendéleïeff avec une remarquable approximation.

Anhydride carbonique à	31°
Anhydride sulfureux, vers.	150°
Chlorure d'éthyle.	170°
Éther	195°
Chlorure de silicium.	230°
Alcool.	234°,6
Eau	580°
Sulfure de carbone	272°,96
Formiate de méthyle.	221°,5
Benzol.	291°

Quelques recherches récentes ont été faites sur le passage sans fusion préalable d'un corps de l'état solide à l'état gazeux.

Beaucoup de corps solides émettent des vapeurs déjà à la température ordinaire et, pour quelques-uns, la tension de la vapeur émise devient égale et supérieure à la pression atmosphérique à une température inférieure au point de fusion de la substance. De semblables corps (iode, anhydride arsénieux, camphre) passent à l'état gazeux sans fondre lorsqu'on les chauffe à l'air.

Sous pression au contraire, de semblables corps peuvent être fondus.

Il résulte de ces faits bien connus qu'il est possible de faire passer à l'état gazeux, sans fusion préalable, tout corps solide qui émet des vapeurs ayant une tension appréciable. Il suffit pour cela de diminuer la pression supportée par le solide de telle sorte que cette pression soit inférieure à la tension de vapeur du corps au point de fusion. Lothar Mayer et Carnelley ont réalisé cette expérience sur plusieurs corps, notamment sur la glace. La tension de la vapeur émise par l'eau et par la glace à 0° est sensiblement la même et égale à $4^{mm},6$. Si donc on introduit de la glace dans un appareil clos dans lequel la pression de l'atmosphère gazeuse puisse être maintenue au-dessous de $4^{mm},6$, on pourra volatiliser la glace sans la fondre, quelle que soit la quantité de chaleur qu'on lui communique.

Carnelley appelait *pression critique* d'une substance, par analogie avec la *température critique* d'Andrews, la pression extérieure à laquelle il est possible de volatiliser cette substance sans la fondre.

Otto Petterson a fait remarquer, en 1880, que la pression critique est la pression à laquelle le point d'ébullition d'une substance se confond avec son point de fusion.

C'est là une définition que professait à Montpellier, il y a plusieurs années déjà, M. Diacon, directeur de l'École supérieure de pharmacie.

Un exemple fera bien comprendre la portée de cette définition. Prenons de l'eau, plaçons-la dans un vase sous le récipient de la machine pneumatique de Carré et faisons le vide à $4^{mm},6$. L'eau va se mettre à bouillir et en même temps se refroidira assez pour se congeler. Sous cette pression, l'eau bout donc à 0°, point de fusion de la glace. Il est, d'autre part, facile de concevoir que cette glace, la pression restant la même, ne peut être retransformée en liquide, puisque celui-ci entrerait en ébullition et se volatiliserait au fur et à mesure de sa formation.

Carnelley a cru démontrer que, au-dessous de la pression

critique, la glace pouvait être portée à une température de beaucoup supérieure à 0° et a annoncé l'existence de glace brûlante. Cette affirmation est due à une erreur d'expérience mise en lumière par L. Meyer et par Wülner.

Il est à peine besoin de faire remarquer combien un semblable fait était invraisemblable. La théorie mécanique de la chaleur démontre, il est vrai, que le point de fusion d'un corps varie avec la pression ; mais pour la glace cette variation est de — 0°,0070 pour chaque atmosphère de pression à partir de la pression atmosphérique, chiffre confirmé par les expériences de W. Thomson et par celles de Mousson faites entre 1 et 13 000 atmosphères (1).

La pression venant à diminuer, la température de fusion doit s'élever, mais seulement de 7/1000 de degré centigrade, c'est-à-dire d'une quantité insignifiante et non, comme l'annonçait Carnelley, d'une température de plus de 100°.

En résumé, il y a à considérer pour tout corps émettant des vapeurs, ayant une tension appréciable à la température ordinaire, une température critique à laquelle le corps passe à l'état gazeux, quelle que soit la pression et une pression critique à laquelle un corps solide passe à l'état gazeux, sans fondre, quelle que soit la température.

R. Engel.

GÉOGRAPHIE

Les parages du cap Horn (2).

Le cap Horn, situé sous le 55°55′ sud par 70°6′ à l'ouest du méridien de Paris, forme la partie la plus méridionale de l'Amérique du Sud.

Bien que se rattachant tout à fait, par la situation et la configuration du sol, au continent américain, le cap Horn ne tient pas à la terre ferme. Mais il fait partie des îles Hermite, situées au large de la Terre-de-Feu, qui est séparée ellemême du continent américain par le détroit de Magellan.

D'où vient le nom de Horn qui lui a été donné? Doit-on y voir, selon toute vraisemblance, une allusion au sens allemand du mot *Horn*, corne, croissant, ou, comme le disent certains géographes, Guillaume Schonten, qui le découvrit en 1616, lui donna-t-il le nom de sa ville natale, Horn?

Les parages du cap Horn, comme d'ailleurs toute la partie méridionale de l'Amérique, se présentent au regard sous un aspect peu hospitalier. Les côtes sont généralement accores, et, vues de loin, paraissent se prolonger comme s'il n'y avait pas d'îles.

En s'approchant, on reconnaît, au contraire, que la mer pénètre en beaucoup de points dans les terres qui sont entourées presque partout par des îles, séparés par des passes.

Le plus important de ces bras de mer est le détroit de Magellan qui traverse la pointe de l'Amérique et sépare le continent proprement dit de la Terre-de-Feu et de ses petites îles.

Une chaîne de montagnes, qui n'est autre que la continuation de celle des Andes de Patagonie, occupe la partie occidentale de la Terre-de-Feu et, par ses ramifications, donne à tout le pays un aspect montagneux.

Un des points culminants est le mont Sarmiento, qui a environ 2000 mètres d'élévation et dont la cime est couverte de neiges perpétuelles.

Les neiges séjournent, du reste, sur une grande partie de la chaîne, non pas seulement à cause de la température peu élevée qui se maintient dans le pays, mais aussi parce que l'insolation directe est faible, le ciel étant très couvert.

Les terrains primitifs et les roches ignées, en général, paraissent dominer dans la constitution de la Terre-de-Feu et des îles.

Les hauteurs granitiques se reconnaissent à leur stérilité et à leur couleur grise ou blanchâtre, leur profil est tourmenté. Les collines de gneiss, de schiste ou de grès sont généralement couvertes de végétation d'une couleur sombre, et les seules places stériles qu'on y remarque sont exposées aux vents dominants ou à la mer.

Les îles Hermite, en particulier, sont composées de grès vert dans lesquels le hornblende et le feldspath sont plus ou moins visibles et la présence du fer très apparente.

Les côtes descendent brusquement dans la mer; les montagnes, dont les sommets sont pointus, se lèvent en escarpements jusqu'à 500 mètres environ, et elles sont couvertes, presque jusqu'à leur sommet, d'une grande quantité d'arbustes et d'arbres verts qui rendent leur accès difficile.

D'une manière générale, les parages du cap Horn sont très poissonneux, et les Fuégiens emploient avec succès, pour la pêche, des moyens très primitifs. Au lieu d'appât, ils se contentent de jeter un coquillage ou un morceau de peau ou d'étoffe attaché à une petite corde; le poisson se précipite dessus avec une telle avidité qu'on peut le tirer à soi comme avec un hameçon.

Dans les îles, on ne trouve pas de grands quadrupèdes, mais beaucoup de loutres, de rats, de souris. Sur la Terre-de-Feu, il y a quelques loups.

Les oiseaux sont nombreux et comprennent plusieurs espèces de pingouins, des albatros, des mouettes, des shays, espèce d'oiseau de mer qui porte sur la tête une sorte de panache formé de poils durs, et qui offre cette particularité curieuse, qu'il fait son nid sur les arbres élevés des montagnes.

(1) L'influence de la pression sur la température de fusion d'un corps est donnée par la formule suivante : $\frac{dT}{dp} = T \frac{v' - v}{EL}$ dans laquelle E est l'équivalent mécanique de la chaleur, T la température absolue $273 + \tau$ de la fusion, v' et v les volumes spécifiques du liquide et du solide et L la chaleur latente de fusion.

(2) On sait que dans quelques jours l'expédition météorologique française, conformément à la décision de la conférence polaire internationale tenue à Saint-Pétersbourg, en 1881, se rendra au cap Horn pour y prendre part aux observations météorologiques et magnétiques faites sur tout le globe par les diverses nations. (Voir *Revue scientifique* du 4 février 1882, p. 143, *les Expéditions polaires internationales*, par M. A. Angot. — Voy. aussi n° du 8 octobre 1881, *les Fuégiens*, par M. Girard de Rialle.)

On trouve aussi des huîtriers noirs, des faucons de montagne, une petite chouette, quelques grives, quelques canards et plusieurs espèces d'oies.

La végétation est généralement très active dans ces contrées, la plupart des arbres sont à feuilles persistantes. Le hêtre antarctique, qui est toujours vert, atteint une hauteur de 10 mètres avec une circonférence de plus de 1 mètre; quelquefois il arrive à des proportions beaucoup plus considérables. On trouve aussi une autre espèce de hêtre, un arbousier, l'*Arbatus aculsata* qui vient par touffes de 1 mètre à 1m,25 de haut, et ressemble tellement au myrte que les marins le nomment généralement le myrte buisson. Le *Winterana aromatica,* arbre vert qui a tout à fait l'aspect du laurier, atteint parfois une grande taille et une circonférence de plusieurs mètres; sa hauteur ordinaire est de 2 à 3 mètres.

Les îles qui sont presque toujours battues par le vent et dont la température estivale est un peu plus basse ont des arbres moins beaux que la Terre-de-Feu et que le continent proprement dit; à Punta-Arenas (colonie pénitentiaire du Chili située sur la presqu'île qui termine la terre ferme), on trouve des pièces de bois assez belles pour les besoins de la marine.

Le bois, que l'on peut se procurer aisément dans l'anse Saint-Martin, principal mouillage de l'île Hermite, paraît tordu et rabougri.

Néanmoins, même dans les îles des États, situées comme celle du cap Horn à l'extrémité de la Terre-de-Feu, la végétation est encore très active et le sol est couvert de plantes rampantes.

On trouve, au fond de la baie et en divers points des îles, une grande quantité de céleri; un navire qui y séjourna pendant deux mois d'automne put s'en procurer suffisamment pour la provision journalière de l'équipage.

Le *Rubus geoides,* espèce de fraisier, donne un fruit très agréable; le *Dactylis glomerata* pousse en grosses touffes; ses tiges peuvent être mangées comme des asperges, mais c'est une nourriture très astringente.

Les caractères généraux de la végétation nous permettent déjà de conjecturer que les parages du cap Horn ont un climat assez régulier et particulièrement humide. C'est, en effet, ce que nous apprennent les quelques chiffres recueillis dans ces régions.

Bien qu'aucune série d'observations n'ait été faite sur la Terre-de-Feu ni au cap Horn, cependant nous pouvons nous faire une idée assez exacte du climat par les notes des navigateurs qui ont exploré ces contrées, et par le dépouillement des journaux météorologiques publiés par le *Meteorological Office* sous le titre de *Contributions to our knowledge of the meteorology of cap Horn and the west coast of South-America.*

Nous possédons aussi des observations assez suivies faites aux Falklands et à la colonie de Punta-Arenas.

D'une manière générale, le climat de l'extrême sud de l'Amérique appartient à la catégorie des climats marins des latitudes élevées. C'est dire que les températures y sont assez régulières, les saisons extrêmes assez douces, l'atmosphère humide, les pluies fréquentes.

Le climat des Falklands et des îles de la Terre-de-Feu est plus marin, celui de Punta-Arenas est un peu plus continental. Aussi, tandis que la différence entre la température de l'hiver et de l'été est de 5° et demi environ, dans les premières, elle est de 8°4 à Punta.

Les îles du cap Horn paraissent avoir un climat encore plus uniforme, où la différence entre l'été et l'hiver ne serait que de 3° environ.

Le climat des îles Falklands, quoique un peu plus froid l'été, offre une grande analogie avec celui des Orcades et des Hébrides, au nord de l'Écosse, et peut-être encore plus avec celui des îles Feroë. Celui de Punta-Arenas offre une température estivale de 10°, comme les Feroë; mais l'hiver y est plus froid et a une moyenne d'environ 2°.

Quant aux parages du cap Horn proprement dits, leur température assez basse, 3° en hiver et 6° et demi en été, est beaucoup plus régulière que celle des climats marins analogues de l'hémisphère nord.

C'est, en effet, un fait général dans les contrées de l'hémisphère sud que la faible oscillation de la température dans le courant de l'année, partout où la mer peut faire sentir son influence.

Les océans sont très étendus; leur masse s'échauffe et se refroidit très lentement; le ciel, dans les hautes latitudes, est très couvert, en sorte que l'échauffement du sol par l'insolation ou son refroidissement par rayonnement est faible. Enfin des vents violents viennent brasser *constamment les* couches basses de l'atmosphère qui pourraient s'échauffer ou se refroidir, suivant les saisons, au contact du sol.

Toutes les parties connues de ces parages nous offrent des climats très réguliers : Kerguelen, les Aucklands présentent des températures d'hiver très douces et des étés frais.

Les pluies sont fréquentes dans les parages du cap Horn; à Punta-Arenas, on ne compte que 158 jours de pluie; mais aux Falklands, ce nombre se lève à 216, c'est à peu près le même que l'on observe en Normandie. La quantité de pluie est assez faible : 551 millimètres à Punta, d'après six années d'observations; une année d'observations aux Falklands donne un nombre presque identique : 553 millimètres. C'est à peu de chose près ce qui tombe à Paris; mais comme le ciel est très couvert, la température peu élevée et les vents de la mer constants, l'humidité est très considérable et l'eau tombée s'évapore lentement. C'est ce qui explique la permanence de la verdure pendant la saison chaude et la beauté des pâturages des Falklands.

L'été paraît être la saison la plus pluvieuse dans les parages du cap Horn : avril, mai et juin, qui correspondent à l'automne et au commencement de l'hiver, sont les plus beaux mois; les vents d'est, qui sont moins rares pendant la saison froide, amènent avec eux d'assez beaux temps.

Le baromètre se tient très bas dans toutes les régions de l'hémisphère sud à partir de 50°; au cap Horn tout particulièrement, les marins ont vu la pression descendre dans des ouragans au-dessous de 700. (Nous rappellerons qu'il y a

quelques années un abaissement de ce genre fut constaté au nord de l'Écosse).

L'amiral Fitz-Roy, qui navigua dans ces parages pendant longtemps, dit que les indications du baromètre sont bien d'accord avec les lois des tempêtes dans nos latitudes ; il faut seulement changer le sens de rotation du vent qui, comme on le sait, tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre autour des dépressions de l'hémisphère nord et dans le sens des aiguilles dans l'hémisphère sud.

La pression moyenne annuelle aux Falklands est d'environ 750.

Les mois de décembre et janvier ont la pression la plus basse, 747,6 et 748,3; septembre et octobre la plus élevée, 753,9 et 753,1 ; les observations des navires qui doublent le cap Horn donnent comme pression moyenne de l'été (décembre, janvier, février), 747,8; comme pression moyenne de l'hiver, 742,6.

Mais ces chiffres sont basés sur un nombre d'observations assez restreint, et on ne connaîtra vraiment la marche des pressions dans ces pays que lorsque des observations auront été faites en même temps au cap Horn, aux Falklands et à Punta-Arenas, ainsi que cela aura lieu de septembre 1882 à septembre 1883.

Les vents, intéressant particulièrement les marins, sont l'élément météorologique le moins mal connu dans l'extrême sud de l'Amérique.

La force moyenne du vent est très grande, ainsi que le montre le résumé que nous avons fait des intensités moyennes annuelles d'après le dépouillement anglais :

	Vitesse moyenne à l'échelle de Beaufort.	Kilomètres à l'heure.
Vents du nord	5,0	45
— nord-est	4,4	40
— est	4,4	40
— sud-est	4,9	44
— sud	5,7	51
— sud-ouest	6,7	61
— ouest	6,6	60
— nord-ouest	5,7	51

Comme on le voit, ce sont les vents d'ouest qui soufflent avec le plus de violence, les vents d'est qui sont les moins forts ; c'est aussi ce qui a lieu en général dans notre zone tempérée.

Les vents d'ouest sont toujours très dominants, et la résultante moyenne des observations oscille entre l'ouest et le nord-nord-ouest. Les caractères de chaque vent sont tout à fait en rapport avec ceux du vent correspondant dans nos régions, il faut seulement remplacer partout le nord par le sud. On va en juger par les quelques exemples qui suivent et qui sont empruntés aux relations des navigateurs.

Les vents du nord et du nord-ouest sont ordinairement précédés et accompagnés de nuages bas, le ciel est obscur, et d'autres nuages paraissent au-dessus et à une grande hauteur ; les vents tournent ensuite graduellement à l'ouest, et d'ordinaire, assez rapidement au sud-ouest (ainsi que cela a lieu dans nos régions pour le vent correspondant du nord-ouest); ce dernier est accompagné de grains, et quelquefois de chutes de neige et de grosse grêle. Les brises du sud et les rafales du sud-ouest sont souvent précédées de l'arrivée de bancs de nuages blancs, à contours très nets, qui affectent des formes arrondies et paraissent consistants.

Les vents d'est commencent d'ordinaire à souffler avec peu de force ; ils sont alors accompagnés de beau temps, ils augmentent ensuite graduellement d'intensité, et quand ils deviennent forts, le ciel se couvre.

Le tableau suivant, dressé d'après les observations françaises (1) et anglaises réunies, indique la proportion relative des divers vents en pour 100, dans chaque mois de l'année :

MOIS.	N.	N.-E.	E.	S. E.	S.	S.-W.	W.	N.-W.
Décembre	11,8	7,1	5,6	1,6	4,5	16,3	37,0	17,2
Janvier	11,6	7,0	2,8	1,8	7,0	11,6	35,0	24,9
Février	7,1	4,0	2,3	1,7	5,8	25,2	41,0	16,4
Mars	14,3	8,5	5,1	8,4	6,5	19,7	27,5	22,5
Avril	4,5	6,0	10,0	6,0	7,0	26,0	30,0	13,0
Mai	17,7	8,6	3,6	2,5	5,1	17,1	23,2	22,1
Juin	11,1	8,1	7,7	5,0	7,0	27,0	24,0	11,9
Juillet	9,0	5,0	6,0	5,0	13,1	23,0	19,2	23,0
Août	8,0	5,0	6,0	6,5	9,5	14,0	23,0	20,0
Septembre	16,0	11,0	»	1,5	5,0	20,5	26,5	16,5
Octobre	14,5	5,0	3,0	2,5	3,5	15,0	33,0	23,5
Novembre	6,2	3,6	3,1	1,9	4,0	15,0	22,0	46,0

La situation du cap Horn, à l'extrémité du continent de l'hémisphère sud, qui se rapproche le plus des régions polaires, offre ce grand avantage de n'être pas trop éloigné des autres points d'observations (2), malheureusement si clairsemés dans l'hémisphère sud.

Les observations qui y seront faites en acquerront encore plus de valeur, parce que les questions générales en météorologie ne peuvent être traitées sans le concours d'un réseau de stations assez peu distantes, pour que les phénomènes qu'on y observe aient une certaine liaison entre eux.

Léon Teisserenc de Bort.

VARIÉTÉS

Le recensement français de 1881.

Il y a peu de jours, un homme d'État allemand bien connu, M. Delbruck, se lamentait, dans une revue d'outre-Rhin, sur l'accroissement excessif de la population allemande. « Cet accroissement, écrivait-il, commence à devenir inquiétant pour la prospérité de notre pays. L'excédent annuel de

(1) D'après le dépouillement de M. le lieutenant Brault.

(2) Ces points sont : la Géorgie du sud, les Falklands, Punta-Arenas, les stations du Chili, etc.

nos naissances sur nos décès atteint le nombre moyen formidable de 550 000; soit, de 1871 jusqu'au 1er décembre 1880, date de notre dernier recensement, un accroissement de population de plus de 4 millions d'habitants, plus que les populations réunies de l'Alsace-Lorraine, du grand-duché de Bade et de la Hesse. Pour conserver les proportions, il faudrait à cette augmentation de population une augmentation territoriale d'une province inhabitée d'une étendue correspondante. On parle de l'émigration allemande; mais qu'est-ce qu'une émigration annuelle de 2 et même de 300 000 Allemands? Ce n'est là qu'un palliatif tout à fait insuffisant; puis, il pourrait venir un jour où les États-Unis, à la suite d'une crise industrielle ou pour toute autre raison, seraient tentés de prendre, à l'égard des Allemands, la même mesure que contre les Chinois; et, dans ce cas, on se demande où reflue-rait le trop-plein de notre population? »

La France n'est pas exposée à de pareilles éventualités. Relevés annuels de l'état civil et recensements quinquennaux s'accordent à démontrer, non pas que sa population, prise en bloc, diminue, mais qu'il en est ainsi de la proportion de son accroissement. Les deux documents s'accordent également à démontrer que, si notre pays, dans son ensemble, voit s'élever encore, quoique dans une mesure progressivement décroissante, le nombre de ses habitants, il est un certain nombre de départements chez lesquels se produit un mouvement caractérisé de dépopulation.

Tandis que 19 départements — chiffre déjà élevé — avaient perdu, d'après le recensement de l'année 1876, une somme totale de 59 758 habitants, on constatait, en 1881, un déficit de 539 745 dans 45.

Sur ces 45 départements, il en est 36 dans lesquels on a constaté, de 1876 à 1881, un excédent annuel des décès sur les naissances. Il en est donc 9 qui, dans le même intervalle, ont été le théâtre d'une émigration plus ou moins importante.

Le total général des recensés le 18 décembre 1881 — auxquels il faudra ajouter les militaires et marins qui se trouvaient hors de France, à cette époque, au nombre approximatif de 50 000 — a été de 37 321 186; c'est un accroissement de 415 398 par rapport à 1876 (36 905 788). En 1876, cet accroissement avait été, par rapport à 1872, de 802 867; mais il est juste de dire que, de 1872 à 1876, un assez grand nombre d'Alsaciens-Lorrains, ayant opté pour la nationalité française, avaient dû quitter les provinces conquises pour venir s'établir en France.

De 1876 à 1880 (cinq années), l'accroissement de la population par l'excédent des naissances sur les décès a été de 531 862. Cet excédent, au point de vue qui nous occupe, n'est que relativement exact; il ne le serait complètement que si nous avions un document qui nous manque : le relevé de l'état civil de décembre 1876 au 18 décembre 1881, intervalle des deux dénombrements. Mais il l'est suffisamment pour servir de terme de comparaison avec l'accroissement constaté par la seconde de ces deux opérations.

Comme nous avons lieu de croire que, pas plus, en 1876 qu'en 1881, les militaires et marins hors de France n'ont figuré dans la population individuellement recensée, et que leur nombre était à peu près le même dans les deux années, nous pouvons comparer très approximativement l'accroissement de population constaté par l'excédent des naissances sur les décès et par le recensement. Or la différence entre les deux accroissements est de 116 464. Cette différence résulte-t-elle d'omissions dans le recensement, ou bien faut-il l'attribuer à un excédent de l'émigration sur l'immigration? Nous croyons pouvoir écarter tout d'abord cette dernière hypothèse. La France, comme on sait, émigre peu, fort heureusement. Elle émigre peu, parce qu'elle n'a pas besoin d'émigrer, les classes laborieuses, par suite du faible accroissement de notre population, trouvant facilement du travail et dans des conditions de salaires très satisfaisantes. L'ouvrier français n'a pas, en outre, pour réussir à l'étranger, les aptitudes spéciales de l'ouvrier allemand. Ainsi il ne se familiarise que difficilement avec les langues et les institutions étrangères; puis, il n'a pas la patience, la souplesse de caractère, mais surtout la suite, la ténacité dans les idées qui caractérisent ce dernier. Il aime, d'ailleurs, son pays, auquel, malgré de récents malheurs, se rattachent encore de glorieux souvenirs; il aime les splendeurs de son climat, la richesse et la variété de ses productions, la sociabilité de ses habitants. Il en est autrement en Allemagne, où l'habitant n'a rien à regretter en le quittant, ni son ciel toujours gris et pluvieux, ni sa terre ingrate, ni ses antipathies de races. D'un autre côté, quand l'ouvrier français émigre, c'est toujours avec esprit de retour; quand l'Allemand s'éloigne, il dit un éternel adieu à son pays.

Ainsi, en France, nous n'émigrons que fort peu; tandis que nous recevons un assez grand nombre d'immigrants belges, italiens, suisses et allemands venant chercher, chez nous, le travail qui leur manque chez eux. Les divers recensements constatent, en effet, avant et depuis 1870-71, un nombre toujours croissant d'étrangers, et on n'en connaît pas le chiffre exact, beaucoup, sous l'influence de préoccupations diverses, s'attribuant la nationalité française.

Nous ne pouvons donc attribuer à l'excédent des émigrations sur les immigrations le déficit de 116 464 habitants constaté par le recensement de 1881. Nous serions beaucoup plus disposé à l'expliquer par des omissions, volontaires ou non, dans le recensement, omissions qui ont dû porter sur les villes. C'est à dessein que nous employons le mot *volontaires;* il importe, en effet, de savoir qu'en France le chiffre de la population déterminant l'application de certains impôts directs et indirects, ou l'élévation de la quotité de ces impôts, les administrations municipales des villes de quelque importance, organes des intérêts des habitants, ne se résignent qu'avec les plus grandes difficultés à en faire connaître le nombre réel. Or, avec le progrès, si rapide dans notre pays, des agglomérations urbaines, cette cause d'inexactitude de nos recensements ira toujours s'aggravant.

Les agents du recensement ont eu, en outre, à lutter, en 1881, contre des dispositions malveillantes des habitants, au moins dans les villes. La légalité de l'opération a été, en effet, discutée dans certains journaux, qui n'ont pas hésité

à conseiller la résistance, à recommander le refus de répondre aux diverses demandes insérées dans le questionnaire du bulletin individuel et de ménage, aucun texte de loi ne rendant cette réponse obligatoire.

Quoi qu'il en soit, le recensement de 1881 signale le plus faible accroissement de population qui ait été, jusqu'à ce jour (en dehors de la perte de l'Alsace-Lorraine et des pertes militaires de 1870-1871), constaté en France.

Un journal allemand, qui faisait récemment la même observation, s'en autorisait pour tracer, de l'état moral de notre pays, le triste tableau que voici : « En France, seule la population des prisons et des asiles d'aliénés s'accroît; le nombre des mariages et, par conséquent, des naissances légitimes diminue; celui des naissances naturelles augmente; il en est de même des décès. »

Ce tableau n'est que relativement et, espérons-le, accidentellement fidèle.

Il est certain que, depuis la désastreuse guerre de 1870-71, le mouvement de notre population a subi de fâcheuses influences.

Le nombre des mariages a diminué en nombre absolu et relatif (321 238 ou 8,87 pour 1000 habitants en 1873, et 279 038 ou 7,47 pour 1000 en 1880). Les naissances totales (légitimes et naturelles) ont diminué depuis 1876, également en nombre absolu et relatif (966 682 ou 2,62 pour 100 habitants en 1876, et 920 177 ou 2,47 pour 100 en 1880). Pendant qu'on constate une diminution des naissances légitimes, comme conséquence de celle des mariages, de 1876 à 1880 (899 376 en 1876 et 851 950 en 1880), on voit le nombre des naissances naturelles, après des oscillations plus ou moins importantes, s'élever subitement, de 56 968 en 1879, à 68 227 en 1880. Les décès s'accroissent aussi en nombre absolu et relatif : 781 706 ou 2,15 sur 100 habitants en 1874, et 858 337 ou 2,30 pour 100 en 1880. En d'autres termes, l'excédent annuel des naissances sur les décès est progressivement tombé (sauf une exception en 1877) de 172 946, en 1874, à 61 840 en 1880.

Et cela en pleine paix, quand tous les journaux s'extasient sur la prospérité du pays, prospérité attestée par un prétendu accroissement incessant de nos recettes, qu'un courageux ministre des finances n'a pas craint de démentir récemment, en même temps qu'il mettait en lumière un accroissement, véritablement incessant, des dépenses.

Que, dans les premières années qui ont suivi la guerre, le nombre des mariages ait diminué (ils ont augmenté, en 1872 et 1873, par suite des obstacles que la guerre avait apportés à un certain nombre d'unions antérieurement projetées), nous le comprenons : le décès de 200 000 jeunes gens de vingt à vingt-cinq ans, morts sur les champs de bataille ou dans les hôpitaux, avait fait un vide d'une certaine étendue dans les adultes de cette catégorie d'âge. Mais, depuis, le vide a été comblé, au moins dans une certaine mesure, environ 300 000 jeunes gens atteignant, chaque année, l'âge du recrutement. Sans doute, si les 200 000 victimes de cette fatale guerre eussent vécu, ils auraient grossi d'autant le nombre des mariables et un même nombre de jeunes filles, restées probablement dans le célibat, aurait pu former une famille nouvelle. Mais, encore une fois, le vide a été comblé en grande partie et on n'aurait pas dû, sous la seule influence de cette cause, constater une diminution progressive des mariages.

Pour nous, il n'est pas douteux qu'une autre cause a agi, et cette cause, nous la trouvons dans les souffrances matérielles du pays. L'étude du mouvement de la population dans tous les pays signale, en effet, une étroite coïncidence entre les crises industrielles ou agricoles, provoquées soit par des révolutions, soit par la guerre, soit par des insuffisances de récoltes ou des fermetures de débouchés, et la diminution des mariages. Or, pour nous, il n'est pas douteux que notre pays est matériellement atteint. Depuis trois années, nos récoltes laissent un déficit considérable; le phylloxera a dévasté les deux cinquièmes de nos vignobles; la maladie du ver à soie (pébrine) persiste; les cultures garancières ont disparu devant l'aniline. Voilà pour l'agriculture. La diminution constante, également depuis trois années, de nos exportations, c'est-à-dire la diminution de notre fabrication qui lutte, dans des conditions de plus en plus inégales, contre l'invasion des produits étrangers, surtout depuis les augmentations de salaires enlevées de haute lutte par les ouvriers en grève — voilà pour notre industrie.

A la suite de jeux de bourse effrénés, actions et obligations avaient atteint des majorations énormes et de beaucoup supérieures à leur revenu possible. On vantait, à cette occasion, l'abondance de nos capitaux disponibles; on affirmait que la richesse mobilière du pays n'avait jamais atteint de pareilles proportions. En deux jours, l'édifice sans fondations a croulé, faisant des victimes par milliers et portant une atteinte grave à de nombreuses fortunes, pour la plupart modestes.

Dans de pareilles circonstances, on doit s'attendre à une nouvelle diminution, d'abord des mariages en 1881 et 1882, puis de la fécondité de ceux qui auront été contractés antérieurement. Il ne faut pas croire, en effet, que, dans un pays dont la prospérité matérielle diminue, on constate seulement un moindre nombre de mariages; les couples mariés dans les années précédentes se condamnent en outre à une stérilité relative volontaire.

Toutefois, il importe de faire remarquer que la diminution des mariages dans une année donnée n'est pas toujours l'indice d'une mauvaise situation économique. Il est possible que le nombre des individus des deux sexes arrivés à l'âge du mariage dans cette année soit le résultat d'une diminution accidentelle des naissances dans l'année qui correspond à l'âge de leur majorité. Mais il ne s'agit, dans ce cas, que d'un accident, et si les mariages continuent à fléchir, il faut en chercher la cause ailleurs.

Le recensement de 1881 met en lumière deux faits regrettables, mais qui ne sont pas nouveaux. L'un est le mouvement rapide qui porte sur les villes, sur les grandes villes surtout, les habitants des campagnes ; l'autre est le nombre progressif des départements dont la population diminue

en conséquence de ce mouvement, soit par l'excédent des décès sur les naissances.

Le premier de ces faits est attesté par l'accroissement énorme de la population de quarante-six villes de 30 000 âmes et au-dessus, accroissement qui n'a pas été moindre de 488 993, chiffre supérieur à l'accroissement de la France entière (415 398), et qui ne résulte pas, nous avons à peine besoin de le dire, de l'excédent des naissances sur les décès.

Le second est démontré par cette circonstance que, d'après le recensement de 1881, vingt et un des départements où la population s'accroît habituellement par l'excédent des naissances sur les décès figurent dans la catégorie des quarante-cinq où elle a diminué.

Remarquons, à ce sujet, que le nombre des départements dont la population diminue par l'excédent des décès va s'accroissan tchaque année, depuis 1877, comme l'indique le tableau ci-après :

Années.	Départements perdants.	Total des pertes.
—	—	—
1872	10	7,928
1873	25	14,488
1874	10	5,814
1875	26	16,942
1876	18	11,712
1877	17	8,669
1878	25	21,140
1879	28	19,451
1880	36	29,512

On voit qu'après des oscillations, le mouvement progressif se caractérise, à partir de 1877, au point de vue du nombre des départements perdants, si ce n'est du total des pertes. Ce total varie, en effet, dans d'assez fortes proportions, pour atteindre son maximum en 1880.

Parmi les départements qui perdent habituellement de leur population par l'excédent des décès, figure une notable partie de ceux du midi de la France et notamment : les Hautes et Basses Alpes, les Bouches-du-Rhône, la Charente, la Drôme, le Gard, la Haute-Garonne, le Gers, la Gironde, l'Hérault, le Lot, le Lot-et-Garonne, le Rhône, le Tarn-et-Garonne, le Var et Vaucluse. Pour ces départements, essentiellement viticoles et séricicoles, les ravages du phylloxera et la maladie des vers à soie expliquent suffisamment la diminution des mariages, par suite, des naissances, et, comme conséquence nécessaire, des décès.

Les cinq départements de l'ancienne Normandie (Calvados, Eure, Manche, Orne et Seine-Inférieure) figurent également — et depuis longtemps, car Mohrau, en 1778, signalait déjà le mouvement décroissant de la population de cette province — dans la série des perdants. L'Ouest est représenté dans cette série par Maine-et-Loire, la Mayenne, la Sarthe. On n'y trouve aucun des départements de l'ancienne Bretagne.

Nous avons indiqué dans cette Revue (voy. *Infécondité de la France,* n° du 4 septembre 1880) les causes principales — au moins dans notre opinion — de ce mouvement de véritable dépopulation dans un nombre toujours croissant de nos départements. Nous n'examinerons aujourd'hui que le phénomène dont le recensement de 1881 signale l'aggravation, le phénomène de l'attraction de plus en plus caractérisé que les villes exercent sur les campagnes. Le tableau suivant en indique la marche. Bien que nous n'ayons pas encore les mêmes éléments de comparaison pour 1881, nous savons que, d'après le recensement de cette année, la population urbaine s'est encore plus accrue dans la dernière que dans la précédente période quinquennale.

Rappelons que les documents officiels français considèrent comme rurale la population de toutes les communes qui ont moins de 2000 habitants agglomérés, et comme urbaine, celle de toutes les autres communes.

Population.	Pour 100 habitants.					
	1851.	1856.	1861.	1866.	1872.	1876.
—	—	—	—	—	—	—
Urbaine. . .	25,52	27,31	28,86	30,46	31,12	32,42
Rurale . . .	74,48	72,69	71,14	69,54	68,88	67,56

On voit que la population rurale a constamment diminué au profit des villes. Hâtons-nous de dire que la France n'est pas le seul pays où se manifeste le progrès rapide des agglomérations urbaines au préjudice des campagnes. On constate le même mouvement dans presque tous les États de l'Europe ; on vérifie également partout que la force d'attraction des villes est en raison de l'importance de leur population. Ainsi, de 1876 à 1881, Paris s'est accru de 237 104 habitants, ou de 47 421 en moyenne par an ; Marseille, de 38 622, etc.

Des causes des immigrations urbaines, les unes sont permanentes, les autres accidentelles. Au nombre des premières figurent la facilité des communications, le développement de l'industrie, le chiffre relativement élevé des salaires, l'attrait des distractions, des plaisirs, qu'on ne trouve que dans les villes, l'assistance à peu près assurée en cas d'indigence extrême, mais surtout l'assistance hospitalière, l'indulgence de l'opinion pour certaines fautes moins facilement excusées dans les campagnes, puis, la contagion de l'exemple. Parmi les causes accidentelles, signalons en ce moment les souffrances de l'agriculture et le développement énorme des constructions dans les villes, l'abaissement continu du revenu, des valeurs mobilières, déterminant les capitalistes à chercher, dans des placements de cette nature, un intérêt plus élevé de leur argent. Or l'industrie du bâtiment, exceptionnellement prospère en ce moment, attire dans les grandes agglomérations, un nombre inusité d'ouvriers.

C'est ainsi que nous voyons figurer parmi les départements perdants d'après le recensement, — et non d'après l'excédent des décès sur les naissances, — le Cantal, la Corrèze et la Creuse qui fournissent notoirement le plus d'ouvriers maçons. Quand viendra la crise des loyers et par conséquent des maisons, comme est venue celle des valeurs mobilières, ces ouvriers retourneront au département natal, ou, s'ils persistent à attendre dans les villes un temps meilleur, ils tomberont à la charge de la charité publique après s'être livrés peut-être à des manifestations dangereuses pour l'ordre public.

Les progrès des agglomérations urbaines ont des incon-

vénients graves et nombreux. En ce qui concerne le mouvement de la population, nous avons démontré (voy. *Revue scient.*, n° du 8 avril 1882) que le nombre et la fécondité des mariages sont moindres dans les villes que dans les campagnes; que le coefficient mortuaire y est plus élevé; qu'il en est de même du rapport des naissances naturelles au total des naissances; qu'on y compte plus de mort-nés que dans l'ensemble du pays. Disons que, d'après les comptes rendus du recrutement, on y compte, à naissances égales, moins de survivants à vingt ans accomplis, et qu'en outre, les recrues d'origine urbaine ont un plus grand nombre d'éliminés pour insuffisance de taille et pour faiblesse de constitution. Il est donc évident que les populations urbaines sont des populations comparativement dégénérées. Cette observation est confirmée par les publications faites en Angleterre sur le nombre des cas de maladie et sur la durée de ces mêmes maladies parmi les membres des sociétés de secours mutuels, selon qu'ils habitent les villes ou les campagnes. Avons-nous besoin d'ajouter que les accidents sont beaucoup plus nombreux dans les villes?

Pour ne rien omettre des influences délétères qui opèrent sur les populations urbaines, rappelons que c'est dans les grandes agglomérations que les infanticides et les crimes d'avortement sont les plus nombreux.

On est surtout frappé de la supériorité numérique des garçons dans les naissances rurales : 104 garçons pour 100 filles dans les villes, 106 dans les campagnes. Au point de vue de la défense nationale, l'affaiblissement de ce rapport n'est pas sans une certaine importance. Enfin, d'après tous les documents officiels sur la matière, ce sont les villes qui fournissent le plus d'aliénés et voient s'accomplir le plus de suicides, en grande partie, par suite des fortes agitations morales au sein des classes élevées, et de la marche progressive de l'alcoolisme dans les classes inférieures de la société.

Le développement rapide des agglomérations urbaines a d'autres conséquences fâcheuses pour les intérêts matériels et moraux d'un pays. Ainsi les villes ont plus de crimes et de délits que les communes rurales. Vainement dirait-on que les infractions à la loi pénale y sont plus facilement constatées; nous répondrions que, par suite d'une police mieux organisée et d'une force publique plus imposante, on doit croire que les mauvaises passions y sont plus facilement contenues.

L'accroissement des taxes locales et des impôts généraux est singulièrement favorisé par la concentration des populations. Il faut, en effet, dans un intérêt d'hygiène publique, élargir les rues, créer des places et des lieux de promenade, construire des égouts, augmenter l'approvisionnement d'eau potable, surveiller le commerce des denrées alimentaires, agrandir les halles et marchés; il faut multiplier les écoles, organiser, dans la mesure des besoins, le service de l'extinction des incendies, augmenter la force armée, etc. Ces dépenses nouvelles entraînent nécessairement une aggravation des impôts de toute nature, qui élèvent d'autant, le prix de la vie matérielle (loyers, alimentation).

L'ordre et la paix publique sont beaucoup plus fréquemment compromis dans les villes que dans les campagnes, et les agitations politiques y sont bien plus dangereuses. C'est dans les villes que les doctrines antisociales naissent et font le plus de prosélytes. Sous l'influence des opinions extrêmes, les conseils électifs se remplissent d'éléments favorables au principe de l'autonomie absolue, et bientôt l'action de l'autorité centrale cesse d'être reconnue, les maires oubliant qu'ils sont les organes des intérêts généraux au moins autant que des intérêts locaux.

Enfin la désertion des campagnes a une conséquence économique de la plus haute gravité : la raréfaction de la main-d'œuvre rurale, par suite, le renchérissement de la production agricole. En Angleterre, et autres pays de grande culture, les machines peuvent remplacer, dans une certaine mesure, le travail manuel; mais les pays à propriétés ou cultures morcelées n'ont pas cette ressource, et, dans ce cas, le cultivateur est obligé, ou de réduire les superficies emblavées pour recourir aux cultures fourragères qui exigent moins de main-d'œuvre, ou de laisser absolument improductive une partie de son petit domaine, au grand péril des intérêts de la consommation; or cette situation se produit en France précisément au moment où notre agriculture voit s'aggraver les conditions de sa lutte contre la concurrence étrangère, et notamment contre les blés américains.

En présence de cette dernière conséquence de l'émigration rurale, on est surpris de constater une diminution croissante de la fécondité des mariages dans les campagnes; mais on se l'explique par cette pensée probable des pères de famille que les enfants, une fois arrivés à l'âge où ils peuvent indemniser, par leur travail, des dépenses dont ils ont été l'objet, s'empressent d'émigrer pour les villes, laissant à leurs parents vieillis tout le fardeau de la culture.

L'émigration rurale ne se fait pas, d'ailleurs, exclusivement, et tout d'abord, au profit des villes. Les travaux publics (chemins de fer, création ou amélioration de voies fluviales, de ports maritimes, etc., etc.) attirent loin de leur village un nombre considérable de manœuvres, qui, ces travaux terminés, ne retournent plus aux champs, l'espoir de conserver les forts salaires qu'ils ont reçus et peut-être de les augmenter les conduisant dans les villes, où l'industrie les absorbe plus ou moins complètement.

Parmi les causes de toute nature de la désertion des campagnes, il en est une, peu apparente, rarement signalée, et qui cependant joue un rôle considérable dans le phénomène qui nous occupe; nous voulons parler du développement — cependant absolument nécessaire — de l'instruction primaire. Il est certain que le plus grand nombre des enfants qui en ont reçu les éléments regardent le travail de la terre et surtout la domesticité rurale comme tout à fait indignes d'eux. De là, notamment, l'extrême difficulté pour les cultivateurs de recruter le personnel des services inférieurs de l'exploitation (cuisine, écurie, étable, basse-cour).

L'exode rural est-il un mal sans remède? Dans l'état de nos mœurs, de nos idées sur la liberté absolue du travail, de nos institutions civiles et politiques, peut-on l'arrêter, ou au moins l'enrayer? Après mur examen, nous en doutons.

Lors même que le taux des salaires s'élèverait dans les campagnes — et il ne tardera pas à monter au niveau de celui des villes — l'émigration continuerait. On peut cependant, on doit même tenter d'y obvier, car ses conséquences, nous l'avons vu, sont graves. Mais que faire ? Hélas ! le choix des moyens est des plus limités. Écrire de petits livres où seront signalés tous les dangers du séjour des villes et en assurer la distribution gratuite, sur la plus large échelle possible ; organiser, dans le même but, des conférences populaires aux chefs-lieux de canton ; faire des instituteurs les organes actifs d'une propagande de cette nature ; créer, par circonscriptions communales d'une population déterminée, des institutions de prévoyance et de charité ; décerner, dans les solennités agricoles, des récompenses aux plus anciens serviteurs de la ferme ; assainir, améliorer les modestes logis de l'ouvrier agricole et recommander à ceux qui l'emploient de n'avoir, envers lui, que de bons procédés ; instituer, par un heureux souvenir de l'antiquité, des jeux publics avec des distributions de prix aux vainqueurs ; en un mot, donner satisfaction, dans la plus large mesure possible, à ce sentiment de bien-être matériel et moral qui est inhérent à la nature humaine et qui est, en définitive, la principale condition de son perfectionnement — telle nous paraît être la voie à suivre pour rattacher au sol natal les enfants des campagnes.

Terminons par un tableau comparatif des conditions d'accroissement des populations européennes, d'après les recensements les plus récents :

PAYS.	DATE du dernier recensement.	POPULATION.	DATE du recensement décennal précédent.	POPULATION.	ACCROISSEMENT pour 100 par an.
États-Unis . . .	novembre 1880	50 155 783	novembre 1870	38 558 371	3,008
Grèce.	novembre 1879	1 677 478	novembre 1870	1 455 902	1,533
Royaume-Uni. .	avril 1881	35 246 562	avril 1881	31 845 379	1,108
Suisse	décembre 1880	2 846 102	décembre 1870	2 669 147	0,663
Italie.	décembre 1881	28 452 639	décembre 1871	26 801 154	0,616
Autriche-Hongrie	décembre 1880	37 615 900	décembre 1869	35 634 858	0,459
Suède	décembre 1880	4 565 668	décembre 1870	4 838 291	0,426
France	décembre 1881	37 321 186*	décembre 1872	36 102 921	0,345

* Neuf années seulement.

Comme toujours, la France est au bas de l'échelle.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

La bibliographie des livres relatifs aux microbes devient tous les jours plus considérable, et c'est justice, car le rôle de ces petits êtres tend à devenir de plus en plus prépondérant. Aujourd'hui, nous avons à signaler trois livres, excellents tous les trois, relatifs à ces intéressantes questions.

M. Bouley (1) a eu la bonne pensée de publier les leçons qu'il a professées au Muséum, leçons dont les lecteurs de la *Revue* ont eu la primeur (2). Ce livre est un exposé complet des magnifiques travaux que les physiologistes et les vétérinaires français ont, depuis une vingtaine d'années, entrepris sur les affections contagieuses. On sait avec quel succès ; et il n'est pas besoin de rappeler quelles grandes découvertes, si fécondes pour la pathologie et la physiologie générales, résultent de ses heureuses expériences.

Nous ne pouvons ici analyser un livre si plein de faits, faits sur lesquels d'ailleurs, à diverses reprises, on a appelé ici même l'attention de nos lecteurs. Disons seulement qu'il n'est pas de question plus intéressante, que ce sera peut-être la plus grande découverte du siècle que l'inoculation des virus, la vaccination contre les virus et la propagation dans l'organisme des mi ›bes infectieux. Toutes ces conquêtes scientifiques se sont accomplies avec une telle rapidité qu'on a peine à en suivre le progrès. Le livre de M. Bouley marque une étape dans cette marche conquérante. Il fixe l'état actuel de la science ; c'est un hommage rendu par un des savants les plus compétents à la science française contemporaine.

Au mérite scientifique de cet ouvrage, il faut en joindre un autre qui est assez rare à présent pour qu'on en tienne compte. Le style de M. Bouley est d'une clarté remarquable : l'auteur n'a pas cru qu'un livre de science doit être rendu obscur, et qu'un de ses principaux mérites est d'être à la fois incompréhensible, ennuyeux.

Sans que nous puissions ici analyser le détail de ce livre si plein de faits, indiquons très rapidement la méthode suivie et les principaux développements donnés par M. Bouley aux découvertes anciennes ou récentes de pathologie comparée. L'éminent professeur s'est attaché à la description des principales maladies contagieuses communes à l'homme et aux animaux, ce qui l'a amené à discuter d'une manière approfondie ces trois grands phénomènes de la pathologie générale : la contagion, l'inoculation et la vaccination. Il a d'abord étudié la rage et la morve, montrant que la contagion, dans ces deux maladies terribles, est toujours la cause immédiate de la maladie. La rage, comme la morve, sont une, sous les variétés de leurs formes anatomiques : la morve chronique inoculée à un animal vigoureux devient la morve aiguë. La péripneumonie épizootique du gros bétail, elle aussi, a été reconnue contagieuse. La commission de 1850 a établi qu'on peut inoculer cette affection : par conséquent elle est contagieuse, car une maladie inoculable est nécessairement contagieuse. En outre, l'inoculation confère l'immunité. Quoiqu'elle soit quelquefois défaillante, elle donne aux animaux inoculés une immunité relative. Ainsi, en Hollande, alors qu'avant l'inoculation l'agriculture subissait des pertes considérables par le fait du fléau péripneumonique, depuis qu'une loi a rendu obligatoire l'inoculation, les pertes sont énormément amoindries.

(1) *Leçons de pathologie comparée. Le Progrès en médecine par l'expérimentation.* Paris, Asselin, 1881. Un vol. in-8° de 672 pages.

(2) *Revue scientifique*, janvier 1881, p. 2.

C'est surtout sur l'histoire de l'inoculation variolique et de la vaccination jennérienne qu'a insisté M. Bouley. Histoire singulièrement intéressante. On y voit le génie de Jenner établissant un lien entre deux faits en apparence tout à fait distincts : l'immunité contre la variole des individus attachés aux étables bovines, et l'éruption qui s'observe sur le pis des vaches. Jenner a démontré, pour le plus grand bienfait de l'humanité, que cette éruption est une maladie inoculable et que cette maladie nouvelle ou vaccine préserve contre la variole. Le cow-pox, le horse-pox et la vaccine ne sont qu'une même maladie, qui n'est pas la variole, mais qui préserve contre la variole. Quant à la variole, elle existe aussi chez les animaux ; la clavelée du mouton paraît être analogue, mais non identique, à la variole.

Les magnifiques expériences de M. Pasteur ont jeté un nouveau jour sur ces phénomènes de la vaccination et de l'inoculation. Les premières expériences sur ces virus-vaccins ont été faites sur le virus du choléra des poules. Or ce virus, mortel pour les oiseaux, lorsqu'il est cultivé à l'abri de l'air, devient, si l'on fait à l'air une série de cultures successives, de moins en moins redoutable ; si bien que, finalement, il détermine seulement la maladie, mais non la mort, des animaux inoculés. Cette maladie ainsi provoquée par un virus faible est suffisante pour conférer l'immunité ; et le virus est devenu un virus-vaccin, non mortel, mais préservatif.

M. Bouley explique ensuite comment M. Toussaint, le savant vétérinaire de Toulouse, a été amené à chercher l'atténuation des effets du charbon. On sait en quoi consiste cette redoutable affection. Un nombre considérable de petits filaments immobiles existent dans le sang, qui sont les agents de l'infection. Une goutte de sang charbonneux peut infecter en quelques heures, par suite de la reproduction rapide de ce parasite, l'économie tout entière. Or, d'après M. Toussaint, si l'on chauffe à 55° du sang charbonneux, l'inoculation ne confère plus le charbon, mais l'immunité. Reprenant les expériences de M. Toussaint, et les modifiant en remplaçant l'atténuation avec la chaleur par l'atténuation avec l'air, M. Pasteur a pu préparer des bactéridies charbonneuses, non mortelles, mais préservatrices. L'expérience, faite en grand, a donné les résultats admirables qu'on connaît.

M. Bouley termine ses leçons en exposant la belle série des recherches qui ont permis à M. Pasteur d'étudier les maladies des vers à soie. Dans cet ouvrage mémorable, M. Pasteur établit formellement l'origine parasitaire de la maladie ; il montre que les germes dissimulés sont partout et que le contagium peut toujours être prévenu par un isolement rigoureux.

Tels sont, très rapidement indiqués, les développements que M. Bouley a donnés aux doctrines contemporaines de la pathologie générale et comparée.

Un autre livre vient de paraître qui traite des mêmes questions, mais prises à un point de vue tout différent. M. Tyndall a réuni en un livre diverses leçons (et la plupart ont été publiées par la *Revue scientifique*) qui portent sur le rôle des ferments (1). Cet ouvrage contient plutôt le récit des expériences personnelles que l'auteur a faites que l'exposition doctrinale d'une théorie des fermentations. Les expériences de M. Tyndall sont extrêmement intéressantes ; elles ont été poursuivies pendant longtemps avec une remarquable persévérance (2). A la vérité, elles n'ont jamais porté sur des animaux vivants ; c'est surtout sur la nature des poussières et des germes atmosphériques, l'analyse des germes de l'air par la méthode dite optique, que l'auteur a imaginée, l'influence de l'ébullition continue ou discontinue, prolongée ou brève, etc., que portent les expériences de M. Tyndall. Son livre est une sorte de biologie générale des germes, ou plutôt une étude sur l'influence que les milieux extérieurs variables exercent sur les corpuscules germes. Tous les faits qu'il a étudiés peuvent se ramener à cette démonstration, donnée déjà par beaucoup d'auteurs, que la génération spontanée n'existe pas.

La traduction de M. Dallo est très claire et ne mérite que des éloges ; mais pourquoi ne pas avoir transformé en indications du thermomètre centigrade les indications que l'auteur anglais donne en thermomètre Fahrenheit ? Comme le traducteur a écrit pour des Français, il aurait dû assurément remplacer les dénominations anglaises telles que pied, pouce, thermomètre Fahrenheit, etc., par les mesures de notre admirable système métrique.

M. Soury (3) vient de réunir les articles qu'il a publiés en divers moments et en divers endroits sur la philosophie des sciences. L'origine et la nature de la vie, le transformisme, la psychologie cellulaire, la philosophie de l'inconscient, tels sont les sujets qui ont hanté l'imagination de M. Soury. Il a traité ces grandes questions si obscures et, pour cela même, si attrayantes, avec un talent d'exposition qui fait illusion sur la certitude des résultats obtenus. En réalité, M. Soury n'a sans doute cherché autre chose qu'à éveiller en nous des idées nouvelles, à nous faire concevoir, sous une forme plus synthétique, les faits de la physique et de la biologie générales. Socrate disait qu'il était avant tout un accoucheur d'idées. Telle doit être l'intention de M. Soury ; il cherche, non pas seulement ce qui est dans la science, mais ce qui est au delà. La tâche est périlleuse assurément ; car, en pareille matière, on ne peut avancer que sur des hypothèses ; mais n'est-ce pas déjà beaucoup que de les avoir conçues, de les présenter sous une forme séduisante, de faire, en un mot, la poésie de la science ?

Pour justifier ce mot de poésie, il suffira de citer la belle et désolante pensée qui termine le livre :

« Déjà la fin de l'humanité apparaît dans un avenir dont la science déchire le voile. Comme les espèces fossiles des diverses époques géologiques, l'homme n'aura fait que passer

(1) *Les Microbes*, par J. Tyndall, traduit de l'anglais par Louis Dallo. Un vol. in-8°, chez Savy, 1882.

(2) Il a employé, dans l'espace de deux ans, près de deux mille vases (p. 349).

(3) *Philosophie naturelle*. Un vol. in-12. Paris, Charpentier, 1882.

sur la terre. Éloignée ou prochaine, une époque viendra sûrement où tout ce qui vit sur la terre retournera avec l'homme à la poussière. La lutte pour l'existence sera terminée. L'éternel repos de la mort régnera sur la terre solitaire. Privé d'atmosphère et de vie comme la lune, son globe désert continuera de tourner autour d'un pâle soleil. L'homme et sa civilisation, ses efforts, ses créations, ses arts, ses sciences, — tout cela aura été. A quoi bon ? »

MM. Doassans et Patouillard (1) ont eu l'idée de publier une mycologie accompagnée d'Exsiccata. L'ouvrage dont il est question ici, et qui témoigne de nombreuses et patientes recherches, donne à la fois l'espèce en nature et un dessin montrant le port à l'état frais et les caractères anatomiques essentiels de l'espèce. Chaque échantillon est en outre accompagné d'une étiquette où la synonymie et la bibliographie sont indiquées complètement. Cette tentative désintéressée mérite certainement de recevoir un accueil très sympathique.

Ce premier volume contient cinquante échantillons, et le volume suivant, qui paraîtra prochainement, en contiendra un nombre égal.

(1) *Les Champignons figurés et desséchés.* Tome I, 1re part., Atlas; 2e part., *Exsiccata.* — Chez M. Patouillard, à Poligny (Jura), et M. Doassans aux Eaux-Bonnes.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 22 MAI 1882.

Nomination. — M. *Demontzey* est élu correspondant dans la section d'économie rurale en remplacement de feu M. Isidore Pierre.

Communication. — M. *Alph. Milne-Edwards* annonce à l'Académie que l'aviso de l'État *le Travailleur* se prépare à effectuer une nouvelle campagne scientifique.

Mathématiques. — M. *H. Resal :* Note sur l'application d'un théorème de Poncelet au calcul approximatif des arcs de courbes planes.

— M. *H. Poincaré :* Sur une classe d'invariants relatifs aux équations linéaires.

— M. *E. Picard :* Sur les fonctions uniformes affectées de coupures.

Astronomie. — M. *Janssen* lit une note sur ses observations pendant l'éclipse du 17 mai.

— M. *Cruls :* Note sur les observations de la comète télescopique à l'observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.

— M. *Ch. André :* Sur un nouveau cas de formation du ligament noir, et de son utilité pour l'observation du passage de Vénus.

Physique. — M. *Tommasi,* dans une note sur le travail chimique produit par la pile, nous donne la première partie d'une étude sur le rapport entre le nombre de calories dégagées et la quantité d'eau décomposée par une pile de Smée (éléments zinc-platine) dont il fait varier le liquide, acide sulfurique étendu, ou acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique étendus. Ses conclusions paraîtront dans une prochaine note.

— M. *Rosensthiel* a été conduit par ses recherches sur les sensations colorées à déterminer l'intensité relative des couleurs par l'emploi de disques tournants. Il a pu établir une commune mesure numérique permettant d'exprimer l'intensité de chaque couleur en la rapportant au blanc, et apprit par là la distance qui sépare les plus belles couleurs obtenues avec les matières colorantes. Ainsi l'intensité totale lumineuse du beau bleu d'aniline ne représente qu'un quinzième et le chromate de plomb un septième de l'intensité du blanc; pour l'intensité de coloration la différence serait encore plus grande.

Physique du globe. — M. *Mascart* a remarqué qu'un certain nombre de savants ont répondu à l'appel que faisait M. Dumas dans la séance du 6 mars, en démontrant tout l'intérêt que présente la détermination de l'acide carbonique en divers points de l'atmosphère et les précautions à prendre.

Il propose de substituer aux différentes méthodes employées par ces savants, une autre méthode basée sur la mesure directe de la diminution de pression qu'éprouve une masse d'air à température et à volumes constants, quand on la prive de son acide carbonique.

Pour les voyages, il suffirait alors de faire des prises d'air de 500 centimètres cubes dans des tubes de verre scellés à la lampe. Ces tubes, rapportés au laboratoire, permettraient de faire ensuite les analyses à loisir; on y trouverait encore l'avantage que le gaz, étant intact, pourrait servir à des recherches de toute autre nature, à déterminer, par exemple, les petites variations qui peuvent se produire dans la richesse de l'air en oxygène.

— M. *Risler* vient immédiatement après présenter un tableau des variations de la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air à Calèves, près Nyon (Suisse) (altitude de 420 mètres), du mois d'août 1872 au mois d'août 1873.

— M. *L. Dru,* loin de croire que la création d'une mer intérieure en Algérie et en Tunisie « compromettrait la qualité des eaux de la nappe artésienne des oasis », comme tendait à le démontrer une note présentée dans la dernière séance, dit que ces affirmations ne peuvent s'appuyer sur l'expérience qui démontre au contraire :

Que les eaux de composition, de densité et de température différentes ne se mélangent pas, qu'elles tendent à se diviser, et que, dans le cas où une diffusion se produit, elle n'a lieu qu'au contact des nappes, dans une faible proportion et sur un espace très limité;

Que la pression hydrostatique agit sur les nappes de composition différente et qu'elle a pour effet de maintenir leur isolement et de les refouler, surtout quand leur densité n'est pas la même.

Chimie. — M. *Berthelot,* ayant été conduit à rechercher la chaleur dégagée par l'absorption du gaz et spécialement de l'hydrogène et de l'oxygène par le platine sous divers formes, croit que des hydrures ou des sous-oxydes de platine ont été confondus avec le platine même dans l'étude des substances fort diverses appelées noir de platine.

1 gramme d'hydrogène fixé sur le platine en mousse et

susceptible d'être oxydé ensuite à froid par l'hydrogène libre dégage + $9^{cal},5$.

1 gramme d'hydrogène fixé à froid et sans pression constante sur du platine réduit par l'acide formique dégage $14^{cal},2$, mais ce composé semble être un mélange de deux hydrures : l'un, dissociable et oxydable à froid, dont la réduction exige $8^{cal},7$ (chiffre fort voisin des $9^{cal},5$ de la mousse); l'autre, plus stable, susceptible cependant d'être détruit par la chaleur, exigerait pour sa formation 17 calories, c'est-à-dire sensiblement le double de celle de l'hydrure moins stable.

L'hydrogène total, rapporté au poids du platine, fournirait la relation équivalant 1 : 20; rapporté à l'hydrure le plus stable 1 : 30; cela fait 80 fois le volume du platine pour l'hydrure et 120 fois pour le tout.

Le noir de platine obtenu par la réduction du platine dans un milieu alcalin est réputé absorber des doses beaucoup plus considérables d'hydrogène, mais tous les échantillons que M. Berthelot a pu se procurer renfermaient de fortes doses d'oxygène : c'étaient des sous-oxydes; à ce titre, ils absorbaient de grandes quantités d'hydrogène, dont une partie était employée à la réduction de ce sous-oxyde et l'autre à la formation de l'hydrure.

Le platine, quel qu'en soit l'état, placé dans le vide, puis mis en présence de l'oxygène, a toujours donné une très faible quantité de chaleur répondant à des volumes d'oxygène très faibles, presque nuls; on est loin des échantillons qui absorbent jusqu'à 250 fois leur volume d'oxygène.

Les quantités de chaleur, rapportées au poids d'oxygène fixé, donneraient des chiffres colossaux s'ils ne répondaient en réalité à une transformation progressive du noir, sans changement de composition chimique. Ce phénomène prouve que l'état des corps poreux change continuellement pendant qu'ils absorbent des gaz.

Il est difficile de ne pas faire jouer un rôle chimique à ces absorptions d'hydrogène et d'oxygène qui résultent sans doute de la formation de composés instables incessamment détruits et régénérés.

Par ces considérations, on explique pourquoi l'on a des indices d'électrolyse avec des courants très faibles, et l'inflammation d'un mélange tonnant au contact du platine poreux.

— MM. *Paul Bert* et *P. Regnard* ont fait un certain nombre de recherches qui démontrent que beaucoup de substances décomposent l'eau oxygénée; à côté de la fibrine, déjà mentionnée par M. Béchamp, on doit placer le plasma et le sérum du sang; donc le sang, même défibriné, agit sur le bioxyde d'hydrogène. Il en est de même du tissu conjonctif, de la plupart des tissus glandulaires (foie, rate, reins, pancréas), parmi les liquides pathologiques, seulement le liquide de la pleurésie aiguë. Parmi les substances végétales, les champignons, et en particulier les truffes, décomposent l'eau oxygénée; l'orge germé agit de même.

Ils accordent à l'eau oxygénée les propriétés suivantes :

1° Très diluée, elle arrête les fermentations dues au développement d'êtres vivants et la putréfaction de toutes les substances qui ne la décomposent pas;

2° Elle n'agit aucunement sur les fermentations diastasiques;

3° Elle n'est détruite ni par les graisses, ni par les amylacées, ni par les ferments solubles, ni par l'albumine de l'œuf, la caséine, les peptones, la créatine, la créatinine, l'urée, l'urine, le lait, la salive, les liquides du péricarde, du péritoine, l'ascite et l'hydrothorax;

4° Elle est rapidement détruite par les matières azotées collagènes, la musculine, la fibrine du sang et diverses matières azotées végétales;

5° Toute action sur elle est supprimée par l'élévation de ces matières à la température de 70°. La putréfaction laisse, au contraire, se produire cette action.

— M. *H. Baubigny*, examinant l'action de l'hydrogène sulfuré sur une solution de sulfate de nickel, attribue la formation progressive du sulfure métallique à l'existence d'un sulfhydrate de sulfure de nickel composé qui, par suite de sa stabilité variable avec la température et les conditions du milieu, agirait par ses décompositions et reformations successives et déterminerait ainsi des réactions que le gaz sulfhydrique seul ne peut produire dans les mêmes circonstances.

— M. *A. Ditte* annonce qu'en faisant agir du monosulfure de potassium ou de sodium sur du protosulfure d'étain au contact de l'air, la liqueur alcaline, même étendue, dissout un peu de protosulfure métallique, mais à la faveur de l'oxygène qui le transforme en bisulfure soluble et met de l'alcali en liberté; la réaction continue empruntant de l'oxygène à l'atmosphère. Si la liqueur primitive est concentrée, le protosulfure d'étain se dédouble en sulfostannate et étain métallique, et l'alcali mis en liberté est en trop faible quantité pour agir sur le grand excès de sulfure alcalin et le protoxyde d'étain ne peut prendre naissance.

— M. *A. Étard* décrit un sel qu'il propose d'appeler octosulfite acide de cuprosum, de cupricum et de sodium, et qui a la plus grande tendance à se former toutes les fois que les sels de cuivre se trouvent en présence du sulfite acide de sodium, parmi différents sels analogues : c'est un terme de stabilité.

— M. *Al. Gorjeu* établit l'existence de sous-sels de manganèse en nous faisant connaître un sulfate et un azotate de manganèse basiques cristallisés, ainsi qu'une combinaison amorphe de protochlorure et de protoxyde de manganèse obtenus au sein de solutions aqueuses.

— M. *L. Henry*, en faisant agir l'acide hypochloreux sur le chlorure d'allyle monochloré $CH^2Cl - CCl = CH^2$ dont la température d'ébullition est 94°-96°, obtient deux produits distincts : 1° l'acétone bichloré symétrique



$$CH^2Cl - CO - CH^2Cl$$

ayant pour température de fusion 42°-43° et d'ébullition 171°-172°; 2° le tétrachlorure d'allène $CH^2Cl - CCl^2 - CH^2Cl$, ébullition à 164°-165°.

Le mécanisme de cette réaction serait composé de deux phases : 1° addition de (OH)Cl au chlorure d'allyle monochloré; 2° réaction de HCl sur (OH)Cl, d'où formation de chlore libre et addition simultanée de celui-ci au premier produit encore intact. D'où la formation d'un produit unique, la dichlorhydrine dissymétrique et primaire,



$$CH^2(OH) - CHCl - CH^2Cl.$$

On voit par ces faits combien la présence du chlore dans un système à double soudure C = C peut modifier la nature et le sens des phénomènes d'addition que ce système peut subir de la part d'un même corps.

ZOOLOGIE. — M. *Hartog*, dans un travail sur l'œil impair des crustacés, conclut que chez tous les crustacés qui possèdent cet œil impair, celui-ci est composé de trois yeux simples,

antérieurs au cerveau, à bâtonnets optiques renversés, recevant les fibres conductrices du nerf optique sur leur bord externe, rapprochées de sorte que leurs couches pigmentées ou choroïdes sont confondues en une seule masse.

— M. *J. Kunstler* présente quelques résultats de ses recherches sur les infusoires flagellifères.

Paléontologie. — M. *Torcapel* a trouvé une calotte de basalte riche en piroxène et très dure, d'une épaisseur de plus de 200 mètres, située à l'endroit où la chaîne des Coiroms s'élargit, dans le voisinage du Rhône, à Aubenas (Ardèche). Cette basalte, mise à nu et entamée par les cours d'eau, recouvre une suite de couches de tuf, de boue volcanique et du basalte décomposé dans laquelle on rencontre des dents et des ossements de mammifères qui, d'après M. Gaudry, appartiendraient au miocène supérieur. Or le mélange des ossements avec les matières volcaniques, et la position des couches fossilifères au-dessus d'une couche de basalte décomposée, ne permettent point de douter que ces animaux n'aient été contemporains et même victimes de l'éruption. C'est donc à la même époque que celle-ci doit remonter, de même que les autres éruptions de basalte ancien qui ont recouvert de leurs couleurs une grande partie du plateau central de la France.

— M. *Gaudry* fait remarquer que les découvertes de M. Torcapel dans l'Ardèche confirment les intéressantes recherches de M. Ramers dans le Cantal.

Pathologie expérimentale. — M. *Giboux,* pour contrôler les conclusions de son mémoire communiqué à l'Académie le 25 novembre 1878, tendant à la nocuité de l'air expiré par les phtisiques, a institué de nouvelles expériences.

Mettant dans deux caisses différentes de jeunes lapins nés d'une même portée, de parents absolument sains, ainsi que le démontre l'autopsie, il leur fait respirer pendant plus de trois mois de 20 à 25 litres d'air expiré par des phtisiques à la deuxième ou troisième période, mais avec cette seule différence que l'air infecté était tamisé sur du coton pour l'une des deux caisses seulement. Ceux-ci avaient la santé la plus florissante pendant tout le temps que dura l'expérience, leur autopsie démontra qu'aucune lésion n'était apparente. Mais les animaux qui respiraient directement l'air infecté, perdaient l'appétit, avaient de la diarrhée, s'amaigrissaient, et présentaient des tubercules même dans le foie et la rate, mais surtout dans les poumons atteints principalement à leur sommet.

Cette nouvelle série d'expériences confirme l'inoculabilité de la tuberculose par la respiration des phtisiques.

— MM. *Grehant* et *E. Quinquand* ont institué des expériences dans le but de rechercher l'influence exercée sur l'exhalation pulmonaire de l'acide carbonique par des lésions locales produites expérimentalement chez les animaux, et de comparer les résultats à ceux que donnent l'observation des malades ayant des lésions analogues.

De leurs expériences ils concluent : 1° que dans les altérations bronchiques, pulmonaires, pleurales, même avec fièvre, l'exhalation de l'acide carbonique est diminuée dans des proportions variables;

2° Le mécanisme ne consiste pas en une sorte de barrage pulmonaire, la lésion retentit sur les éléments de l'organisme pour amener des diminutions, un retentissement sur la nutrition générale dans les divers points où se forme l'acide carbonique ; les dosages des gaz du sang, avant, pendant et après, plaident en faveur de cette pathogénie.

— MM. *Arloing, Cornevin* et *Thomas* présentent une note sur la persistance des effets de l'inoculation préventive contre le charbon symptomatique, et sur la transmissibilité de l'immunité de la mère à son produit dans l'espèce bovine.

Il résulte de cette note qu'une génisse s'est montrée réfractaire, après dix-huit mois à une inoculation dont la dixième partie aurait certainement tué un animal non vacciné.

Cinq génisses qui avaient été saillies soixante-six à soixante-dix-huit jours avant l'inoculation préventive intraveineuse eurent des produits réfractaires au virus charbonneux, n'ayant ressenti aucune action locale et à peine quelques troubles généraux insignifiants.

Deux autres génisses qui n'avaient pas été fécondées par l'accouplement antérieur à l'inoculation furent saillies de nouveau l'une 20 jours, l'autre 3 mois et demi après par un taureau inoculé à la même date. On obtint deux veaux qui résistèrent à l'épreuve aussi bien que les précédents.

Il reste à savoir si les veaux tiennent leur immunité de leur père ou de leur mère. C'est ce que d'autres expériences démontreront.

— M. *Danillo,* dans une première série d'expériences, a étudié l'influence de l'alcool à hautes doses sur la réaction cérébro-musculaire de la couche corticale du cerveau et l'influence de l'injection de l'alcool sur les attaques d'épilepsie corticale. A hautes doses, l'alcool agirait sur les fonctions motrices du cerveau comme les autres substances anesthésiques (éther, chloral, morphine) et arrêterait les attaques épileptiques chez le chien à la période tonique ou clonique, mais il faut au moins injecter 1/1000 du poids de l'animal; l'arrêt a lieu environ un quart d'heure après l'injection à la suite de quelques secousses dissociées.

L'auteur étudie ensuite l'action de l'essence d'absinthe et l'influence des injections d'alcool sur les convulsions produites par cette substance. Il attribue à l'intoxication de l'absinthe 5 périodes distinctes et successives : 1° une période tonique; 2° une clonique ; 3° une période choréiforme ; 4° une période de délire et enfin 5° une période de résolution. Elle offrirait donc une certaine analogie avec l'intoxication strychnique (Ch. Richet, sauf la période délirante). L'injection de 1 à 2 grammes d'alcool par kilogramme du poids de l'animal arrête complètement l'intoxication dans l'une des 4 premières périodes. Si les doses d'absinthe sont faibles, l'alcool arrête les convulsions ou le délire et l'animal revient à lui après quelques heures d'ébriété; mais si on a administré de fortes doses, la mort survient fatalement.

Le chloral paraît exercer la même influence.

L'alcool n'est donc pas l'antagoniste véritable de l'essence d'absinthe.

Enfin, étudiant l'excitation électrique du cerveau dans l'empoisonnement par l'essence d'absinthe, M. Danillo remarque l'exaltation de cette propriété sous l'influence de doses faibles et sa diminution progressive avec l'élévation de la dose d'essence d'absinthe; mais l'excitation neuromusculaire persiste encore à un haut degré.

Le gérant : Félix Alcan.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [952]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 23 10 JUIN 1882

ASTRONOMIE

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

CONFÉRENCE DE M. E. CATALAN.

Les dimensions de l'univers visible.

Toutes les personnes qui ont quelques notions de géométrie ou qui ont rencontré un géomètre-arpenteur savent comment l'on s'y prend pour *trouver la distance d'un point donné,* A, *à un point inaccessible,* B.

Supposons, pour prendre un exemple simple, que l'observateur A soit séparé du *signal* B par une rivière. Au moyen d'une *chaîne d'arpenteur,* il mesure une *base rectiligne* AC; puis, avec un *graphomètre,* transporté successivement en A

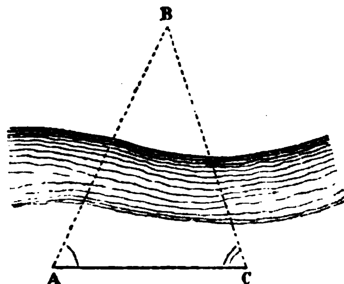


Fig. 30.

et en C, il mesure aussi les angles A, C; après quoi, une construction graphique, ou un calcul très simple, fait connaître les deux derniers côtés du triangle ABC. La distance AB est donc déterminée, au moins aussi approximativement que si l'on avait pu tendre un cordeau, de A en B.

Ce procédé, bien rudimentaire, peut servir à calculer les distances de la terre aux autres planètes, à la lune, au soleil, aux étoiles. Seulement, pour qu'il soit efficace, la base AC doit être *suffisamment grande :* si elle est trop petite, on trouve que les *rayons visuels* AB, BC, au lieu de se couper, *sont parallèles.* Autrement dit, l'angle B semble nul; et l'astre B se comporte, pour nous, comme s'il était à l'infini.

Avant de chercher à quelle distance de la terre se trouve le soleil, par exemple, il a donc fallu mesurer celle-ci, afin de pouvoir y établir une base.

Je n'ai pas besoin de vous dire, messieurs, que la terre est une boule, un sphéroïde isolé dans l'espace. Les preuves de la rondeur de notre planète sont bien connues; je rappellerai seulement la plus célèbre de toutes : le voyage de *Magalhaens* ou *Magellan.*

Parti du petit port de San-Lucar de Barraméda, situé à l'embouchure du Guadalquivir, le 21 septembre 1519, l'illustre navigateur se dirigea vers le sud-ouest et aborda successivement à Ténériffe, à Rio-de-Janeiro et au port de Saint-Julien, dans la Patagonie. Le 21 octobre 1520, il découvrit, à la pointe de l'Amérique méridionale, le détroit qui porte son nom; puis, remontant vers le nord-ouest, il traversa le grand Océan et arriva aux îles Philippines, ensuite aux îles Mariannes, d'où il revint aux Philippines. C'est à Zébu, l'une de ces dernières, qu'il périt dans un combat, le 26 avril 1521. Un seul vaisseau et dix-huit hommes d'équipage, commandés par Sébastien del Cano, continuèrent leur route vers l'ouest et rentrèrent à San-Lucar, le 6 septembre 1523, comme s'ils fussent venus de l'Orient.

Je viens de dire que la terre est *isolée dans l'espace.* Je rappelle encore qu'elle tourne sur elle-même, à peu près comme une toupie, et que l'on appelle *axe du monde* la droite autour de laquelle s'effectue la rotation. Les *pôles* sont les points où la surface terrestre est rencontrée par cette droite idéale. Figurez-vous une orange traversée par une aiguille à tricoter! Quand on s'en tient aux apparences, le *ciel* tourne, tout d'une pièce, autour de l'axe du monde : ce *mouvement diurne*

s'effectue d'orient en occident, tandis que, réellement, la terre tourne d'occident en orient.

Sur le mouvement diurne apparent, je ferai trois remarques :

1° L'axe du monde semble toujours passer par le lieu de l'observation;

2° Les positions relatives des étoiles situées sur un même horizon, ou, ce qui est équivalent, leurs *distances angulaires*, sont complètement indépendantes de ce lieu;

3° *Les étoiles n'ont pas de diamètre apparent :* vue à la lunette, une étoile quelconque se réduit toujours à un *point brillant* (1).

Il résulte de ces phénomènes que les dimensions de la terre sont négligeables par rapport à sa distance aux étoiles : provisoirement, nous pouvons regarder ces astres comme *des points lumineux situés à l'infini.*

Non seulement les anciens croyaient la terre immobile, mais ils avaient *solidifié* ce que nous appelons le *ciel :* cette sphère idéale, résultat d'une pure illusion de nos sens, devenait pour eux une véritable *voûte de cristal,* sur laquelle les étoiles étaient *attachées.* Voici, à ce sujet, une citation curieuse, empruntée à l'*Astronomie populaire* d'Arago :

« Le ciel est ce qui tourne incessamment autour de la terre et de la mer sur un essieu, dont les extrémités sont comme deux pivots qui le soutiennent; car en ces deux endroits, la puissance qui gouverne la nature a fabriqué et mis ces pivots comme deux centres, dont l'un va de la terre et de la mer se rendre au haut du monde, auprès des étoiles du septentrion, l'autre est à l'opposite, sous terre, vers le midi; et autour de ces pivots, comme autour de deux centres, elle a mis de petits moyeux pareils à ceux d'une roue ou d'un tour, sur lesquels le ciel tourne continuellement. » (*Vitruve,* traduction de Perrault.)

J'arrive à la question qui doit d'abord nous occuper : *Quelles sont les dimensions de la terre?*

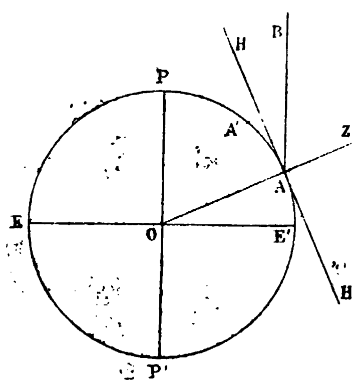


Fig. 40.

Soit PEP'E' le méridien d'un lieu quelconque A, de Liège, par exemple. Soient P,P' les pôles; EE' l'équateur; HH' l'*horizon;* AZ la *verticale :* si la terre est supposée sphérique, AZ est le prolongement du rayon OA (fig. 40).

Soit encore AB une parallèle à l'axe du monde, ou, à fort peu près, le rayon visuel passant par l'*étoile polaire.* L'angle BAH est ce que l'on appelle la *hauteur du pôle :* l'inspection de la figure montre qu'il est égal à l'angle AOE', *latitude* du lieu A.

Si l'observateur se transporte en A', de manière que la hauteur du pôle ait augmenté de 1°, l'*arc* AA' *égale* 1° *du méridien.* De même, quand la hauteur du pôle augmente de 2°, 3°, l'arc AA' égale 2°, 3°.

Connaissant la longueur de cet arc AA', on en conclura facilement la *distance* PE' *du pôle à l'équateur,* puis le rayon de la terre.

Tout se réduit donc à ce problème : *mesurer la longueur d'un arc de méridien, connaissant la différence entre les latitudes des extrémités de cet arc.*

L'une des plus anciennes mesures dont l'histoire fasse mention est attribuée à l'illustre *Ératosthène,* qui fut à la fois géomètre, astronome, géographe, philosophe, grammairien et poète. Sachant qu'à Syène, dans la haute Égypte, le soleil s'élevait au zénith, le jour du *solstice* d'été, puisque les plus grands édifices ne projetaient aucune ombre à midi, Ératosthène eut l'idée de mesurer, ce même jour, la distance zénithale du soleil à Alexandrie (ou plutôt à Méroé, suivant l'opinion de Vincent), qui se trouve sensiblement sur le méridien de Syène. Il trouva, pour cette mesure, 7° 1/5. D'ailleurs, on admettait que la distance entre les deux villes était égale à 5000 *stades.* Le résultat de cette remarquable tentative d'Ératosthène fut de fixer la circonférence de la terre à 252000 stades.

Pour savoir si cette détermination diffère beaucoup des résultats obtenus récemment, il faudrait connaître la valeur du stade employé par Ératosthène. D'après le savant que je viens de citer, cette valeur est, très probablement, 158^{m},25; d'où l'on déduit, pour la *longueur du degré* terrestre. 110775 mètres. Chose étonnante et peu croyable, ce nombre serait aussi approché que celui qu'ont donné les opérations les plus exactes!

Parmi les modernes, le premier qui ait essayé de mesurer un degré du méridien fut Fernel, médecin de Henri II. Partant de Paris, il se dirigea vers Amiens, en comptant le nombre de tours de roue de sa voiture. Il trouva ainsi, pour la longueur du degré, 57070 toises. Par un heureux hasard. ce résultat diffère peu de la vérité.

La première mesure méritant ce nom est celle qui fut exécutée, en 1669, par l'astronome français Picard. Il établit un réseau *géodésique* entre Paris et Amiens, et, opérant avec beaucoup de talent et de soin, il obtint, comme longueur du degré, 57060 toises. Ce nombre, multiplié par 90, donne 5136300 toises, pour la distance du pôle à l'équateur.

Je passe sous silence les noms des académiciens français qui, en 1734, allèrent mesurer un degré du méridien, les uns en Laponie, les autres au Pérou, afin de vérifier si, comme la théorie de la gravitation l'avait fait deviner à Newton, la terre a la forme d'un *ellipsoïde de révolution,* aplati

(1) D'après Wollaston, le diamètre apparent de *Sirius,* (la plus éclatante des étoiles, est inférieure à 1/50e de seconde.

vers les pôles. Je m'abstiens également de mentionner les travaux exécutés, à la fin du siècle dernier, par Méchain et Delambre, afin d'arriver à l'établissement du système métrique. Vous savez, messieurs, que, très probablement, la distance du pôle à l'équateur, mesurée sur le méridien de Paris, est de 5131180 toises du *Pérou,* et non 5130740, comme l'indiquaient les calculs primitifs : cette première distance, divisée par 40000000, donne 3^p 11^l 296 pour la longueur du *mètre-étalon.*

Maintenant que nous savons à quoi nous en tenir relativement à notre globe, portons nos investigations sur le soleil, cet astre bienfaisant qui entretient la vie de toutes les planètes, et tâchons de calculer : 1° sa distance à la terre; 2° son rayon.

Le soleil semble doué d'un *mouvement propre,* dirigé en sens contraire du mouvement diurne du ciel, c'est-à-dire d'occident en orient. Ce *retard* du soleil est d'environ *une minute* de temps, ce qui correspond à un peu plus de 1°. Au bout de 365 jours 1/4 (*jours sidéraux*), le soleil occupe, dans la ciel, la position qu'il y occupait un an avant. Ce n'est pas tout : si l'on marque, chaque jour, sur une sphère céleste, la position occupée par le centre du soleil, lors du passage au méridien, on trouve que ce point ne sort pas d'un plan passant par le centre de la sphère, et incliné, sur l'équateur, de 23° 1/2. Ce plan est l'*écliptique.*

Le soleil semble donc décrire, en un an, une certaine courbe, une certaine *trajectoire,* située dans le plan de l'écliptique.

Pour déterminer la nature de cette trajectoire, on mesure, chaque jour, le *diamètre apparent* du soleil, c'est-à-dire l'angle formé par deux rayons visuels, allant aux extrémités d'un diamètre du disque. Ce diamètre, dont la valeur moyenne est 32′, varie entre 31′31″01 et 32′35″58. On démontre aisément que cette variation a lieu, à fort peu près, en *raison inverse* de la distance du soleil à la terre.

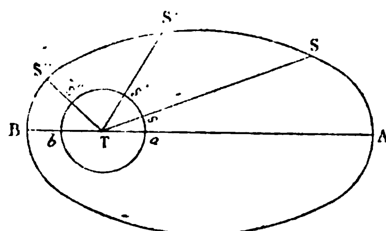


Fig. 41.

D'après cela, soit *ab* une circonférence représentant l'écliptique; soient *s,s′,s″*..., les positions apparentes du soleil, pour chaque jour. Si, sur les *rayons vecteurs* Ts,Ts′,Ts″..., on porte les distances TS,TS′,TS″..., *inversement proportionnelles* aux valeurs correspondantes du diamètre apparent, la courbe ASS′S″...B, ainsi construite, figurera la *trajectoire* du soleil. Vous savez que cette trajectoire est une *ellipse,* dont la terre T occupe un *foyer.* Mais quelles sont les véritables dimensions de cette ellipse; ou, ce qui est équivalent, *quelle est,* en réalité, *la distance représentée par le rayon vecteur* TS?

Pour résoudre ce problème, les astronomes ont recours à la *parallaxe* du soleil : c'est la différence entre la distance

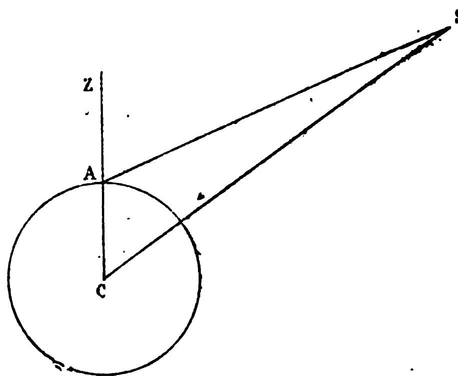


Fig. 42.

zénithale ZAS et l'angle ZCS, ou encore : *l'angle sous lequel un observateur, placé au centre du soleil, verrait le rayon terrestre* CA.

La considération du triangle CAS prouve que la parallaxe atteint son maximum quand le soleil est à l'horizon du lieu A : elle prend alors le nom de *parallaxe horizontale.* En outre, on reconnaît que la parallaxe horizontale est donnée, à fort peu près, par la formule

$$P = \frac{r}{d},$$

dans laquelle *r*, *d* sont, respectivement, le rayon CA et la distance CS. Par des méthodes très simples, mais dans le détail desquelles je ne puis entrer, faute de temps (1), on a trouvé

$$P = 8'', 86\,;$$

ou, en parties du rayon des tables trigonométriques,

$$P = \frac{1}{23\,245},$$

Néanmoins, pour n'avoir pas l'air de commettre un cercle vicieux, je dirai que

$$P = \frac{Z + Z' - (\lambda - \lambda')}{\sin Z + \sin Z'}\,;$$

Z, Z′ étant les distances zénithales du soleil, en deux lieux situés sur un même méridien, et dont les latitudes sont λ, λ′.

Par conséquent,

$$d = 23\,245 r.$$

Ainsi, a distance du soleil à la terre égale environ 23245 fois le rayon de celle-ci, ou 148250000 kilomètres. Si un mobile, parti de la terre, parcourait uniformément 75 kilomètres par heure, ce qui est à peu près la plus grande

(1) La plus parfaite méthode résulte de l'observation du *passage de Vénus sur le disque du soleil.* Ce phénomène important, qui a eu lieu le 9 décembre 1874, va se représenter le 6 décembre prochain, après quoi il n'arrivera plus qu'en 2004. Ai-je besoin de dire que, dès à présent, tous les gouvernements civilisés préparent des expéditions scientifiques, ayant pour objet le *grand événement?*

vitesse des locomotives, il lui faudrait plus de *deux cents ans* pour arriver au soleil. Cependant la lumière du soleil nous parvient en 8'13", 3.

Soient encore T,S, la terre et le soleil. L'inspection de la figure montre que *les rayons* BS, AT *sont,* à fort peu près,

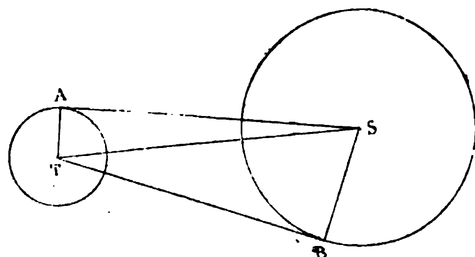


Fig. 43.

proportionnels aux angles STB, TSA (1). Le premier angle est le demi-diamètre apparent; le second est la parallaxe horizontale; donc, R étant le rayon du soleil,

$$\frac{R}{r} = \frac{16'}{8'',86} = \frac{960}{8,86} = 108.$$

Ainsi *le rayon du soleil égale* 108 *fois celui de la terre.* Par suite, les volumes de ces corps sont entre eux comme 108^3 est à 1, c'est-à-dire que *le volume du soleil est environ* 1 279 000 *fois plus considérable que celui de la terre.* Si l'on se proposait d'exécuter un modèle en relief représentant ces deux astres, et dans lequel la terre serait figurée par une petite balle ayant un centimètre de rayon, le soleil deviendrait un globe, placé à 232 mètres de la balle, et dont le diamètre serait 2m,16! Voici une curieuse comparaison, rapportée par l'illustre Arago :

« Un professeur d'Angers, voulant donner à ses élèves une idée sensible de la grandeur de la terre comparée à celle du soleil, imagina de compter le nombre de grains de blé contenus dans un litre : il en trouva 10 000. Conséquemment 14 décalitres en contiennent 1 400 000 (2). Ayant alors rassemblé en un tas les 14 décalitres de blé, il prit un des grains et dit à ses auditeurs : « Voici la terre et voilà le soleil. »

Arrêtons-nous un instant sur ces résultats qui doivent nous donner à réfléchir, en nous montrant combien nous sommes peu de chose et quelle petite place nous occupons, non seulement dans l'*univers visible,* mais même dans le *système solaire.* Cependant la vanité et la sottise humaines sont telles que, pendant longtemps, on a fait de notre chétive planète le centre de l'univers et le but de la Création..., s'il y a une création! On a supposé que le soleil, la lune, les étoiles étaient faits pour l'homme! Autant vaudrait dire que les éléphants sont faits pour réjouir la vue des fourmis! Aussi les philosophes qui ont voulu remplacer la légende par la science ont-ils été fort mal récompensés de leurs glorieuses tentatives : on dit qu'Anaxagore faillit être mis à mort par les Athéniens, parce qu'il croyait *le soleil plus grand que le Péloponèse!* Vous connaissez tous l'histoire de Galilée; vous savez que ce grand homme, pour avoir enseigné et propagé le *système de Copernic,* fut poursuivi par l'Inquisition, enfermé dans une prison, à l'âge de soixante-dix ans, puis contraint d'abjurer solennellement, étant à genoux, l'hérésie du mouvement de la terre!

Dans les derniers temps, on a contesté ces faits; on a prétendu que Galilée a été simplement *réduit au silence.* Quand cette allégation serait appuyée de preuves, elle ne justifierait pas le tribunal de Rome: n'est-ce donc pas un horrible moyen de torture, que l'interdiction de dire la vérité?

On a été plus loin : j'ai lu dans un journal pieux que l'Inquisition avait eu raison contre Galilée, attendu que le soleil, au lieu d'être *immobile,* se transporte vers la constellation d'Hercule.

Je serais fâché d'ajouter un mot à cette citation et je passe à un autre sujet.

Puisque le soleil est le centre de notre monde, que la terre est une planète comme les autres, celles-ci ont-elles des habitants? Voilà une question toute naturelle, que, depuis plus de deux cents ans, se sont posée les philosophes et les rêveurs: c'est souvent tout un.

Après Pierre Borel, Cyrano de Bergerac, le P. Kircher, Gassendi, on doit citer, tout particulièrement, le spirituel et savant Fontenelle. Vous savez que l'illustre secrétaire de l'Académie des sciences a vécu *cent ans moins un mois* (1657-1757); qu'il a composé des comédies, des opéras, des éloges académiques, des lettres galantes, un petit mémoire d'arithmétique, et enfin le charmant ouvrage intitulé *Entretiens sur la pluralité des mondes,* ouvrage toujours réimprimé et toujours lu.

Fontenelle aimait, peut-être un peu trop, la tranquillité. On peut lui reprocher d'avoir dit: « Si j'avais la main pleine de vérités, je me garderais bien de l'ouvrir. » Quand on croit être en possession de la vérité, on doit la faire connaître, en dépit de tout. Mais on a exagéré *l'égoïsme* de Fontenelle, par exemple dans l'anecdote suivante, à laquelle je n'attache point foi, d'abord parce que le savant épicurien ne dînait jamais chez lui (1).

Un matin, il jouait aux échecs, avec l'abbé de Bragelongne (?). Les deux partenaires devaient, à dîner, manger des asperges; mais l'un les voulait à la sauce, et l'autre, à l'huile. A force de combiner des coups, le pauvre abbé tombe mort ou mourant, frappé d'une congestion cérébrale. Au lieu de lui porter secours, Fontenelle ouvre la porte de la

(1) Rigoureusement,

$$BS = TS \sin STB, \quad AS = TS \sin TSA;$$

puis,

$$\frac{BS}{AS} = \frac{\sin STB}{\sin TSA}.$$

(2) Il y a trente ans, le rapport des volumes du soleil et de la terre était supposé égal à 1 405 000.

(1) Comme on allait l'enterrer, Piron s'écria, dit-on : « Voici la première fois que M. de Fontenelle sort de chez lui sans aller dîner en ville. »

cuisine et crie : « Françoise! mettez toutes les asperges à la sauce! »

Nous avons vu, précédemment, que deux rayons visuels, dirigés, de deux observateurs A, B, vers une étoile *e*, semblent parallèles entre eux. En réalité, ils ne le sont pas; mais la base AB est trop petite. Afin de rendre appréciable

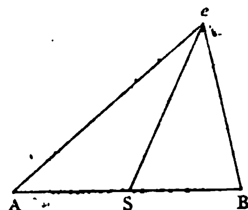


Fig. 11.

l'angle A*e*B (du moins pour quelques étoiles), on prend pour base *le grand axe de l'orbite terrestre*, égal à 46490 *r*, ou 196 *millions de kilomètres*. A six mois d'intervalle, on mesure les *distances angulaires* *e*AS, *e*BS, entre une étoile *e* et le soleil S. Le complément de la demi-somme de ces angles est, à fort peu près, *l'angle* A*e*S, *sous lequel un observateur, placé à la surface de l'étoile, verrait le rayon de l'orbite terreste;* ce dernier angle est la *parallaxe annuelle* de l'étoile. Les travaux de W. Herschel, J. Herschel, Bessel, Struve et autres astronomes permettent d'affirmer que la *parallaxe annuelle d'une étoile quelconque est inférieure à 1″;* d'où l'on conclut, *a* représentant le demi-axe de l'écliptique :

$$d > 206265\, a.$$

Ainsi *l'étoile la plus voisine de la terre en est au moins deux cent six mille deux cent soixante-cinq fois aussi loin que le soleil.*

Il ne servirait à rien d'exprimer en kilomètres, ou même en rayons terrestres, une pareille distance. Pour essayer de vous en faire une idée, cherchons le temps que la lumière emploierait à la parcourir. Comme la lumière du soleil nous parvient, en 8′ 13″ 3, le temps cherché surpasse

$$8' \; 13'' \; 3 \times 206265 = 3 \text{ ans } 82 \text{ jours}.$$

Voici, du reste, quelques nombres.

NOM DE L'ÉTOILE.	PARALLAXE.	DISTANCE à la TERRE.	DURÉE du trajet LUMINEUX.
α du *Centaure*	0″,91	226 400 *a*	3,6
61ᵉ du *Cygne*	0″,35	589 300 *a*	9,4
α de la *Lyre*	0″,26	785 600 *a*	12,5
Sirius	0″,15	1 373 000 *a*	21
Arcturus	0″,127	1 624 000 *a*	26
La *Polaire*	0″,106	1 946 000 *a*	31
La *Chèvre* (α du *Cocher*)	0″,046	4 484 000 *a*	72

Le mobile dont j'ai parlé, qui parcourrait, en deux cents ans, la distance de la terre au soleil, emploierait près de *neuf millions de siècles* pour aller du soleil à l'étoile α du Cocher! Ces résultats gigantesques sont pourtant mesquins en comparaison de ceux dont il me reste à vous dire quelques mots.

Les *nébuleuses* sont des taches diffuses, que l'on aperçoit dans les profondeurs du ciel, soit à la vue simple (1), soit avec des lunettes : ces taches sont des *amas d'étoiles* (2). Aujourd'hui on en compte près de *six mille*. Et ces mondes sont, au moins, aussi *riches* que le nôtre : telle nébuleuse, dont le diamètre est d'environ 10″ (1/6 de degré), renferme *vingt mille* étoiles, tandis que notre *firmament*, comme l'on disait jadis, n'en présente que six mille visibles à l'œil nu.

La nébuleuse qui nous intéresse le plus, parce que, très probablement nous en faisons partie, est la zone lumineuse, blanchâtre et régulière, connue sous le nom de *Voie lactée*. Cette zone divise la sphère céleste en deux parties presque égales. Elle y trace à peu près un grand cercle, après avoir éprouvé une bifurcation aiguë, d'où résulte *l'arc secondaire* qui, après être resté séparé de *l'arc principal* dans l'étendue d'environ 120 degrés, se confond de nouveau avec lui. La largeur de cette zone varie entre 5 et 16 degrés. Ses deux branches embrassent plus de 22 degrés sur la sphère.

Les Grecs, qui expliquaient tout par des fables, disaient que Junon, ayant consenti à donner le sein au petit Hercule, l'enfant avait laissé tomber un peu du lait divin. Voici, à ce sujet, la traduction de quelques vers latins du P. Commire (3), traduction faite par Fontenelle.

Voyez ces astres dont à peine
Il parvient jusqu'à nous une faible lueur;
C'est là ce même lait qui tomba, par malheur,
De la bouche du fils d'Alcmène.
Et comme il eût été perdu,
Jupiter ménagea ces précieuses gouttes;
En astres il les changea toutes;
Et, du *chemin de lait*, voilà ce qu'on a su.

Le P. Commire, né en 1625, mort en 1702, doit avoir été un galant homme, peut-être même un homme galant. Il appartient à ce groupe d'aimables abbés, si nombreux aux deux derniers siècles, et dont l'espèce semble perdue. Indépendamment de ses poésies latines, dont je ne dirai rien (pour cause), il a laissé le rondeau suivant, qui justifie mon appréciation.

SUR LA MORT D'UN CHAT.

Grisct est mort. Une noire furie,
Des jeux, des ris, des amours ennemie,
En trahison a pris ce chat si beau.

(1) Comme la nébuleuse d'Andromède observée, en 1612, par Simon Marius.

(2) Cette définition s'applique surtout aux *nébuleuses résolubles*. Les *nébuleuses proprement dites* sont, d'après plusieurs astronomes, des *matières phosphorescentes répandues dans l'univers, et qui, étant condensées, produisent les étoiles*. Arago, dont l'opinion doit avoir un si grand poids, a été conduit à conclure que *nous assistons à la formation de véritables étoiles*.

(3) Son vrai nom était Commère.

Pleurez, mes yeux, et fondez-vous en eau (1) :
Vous n'avez plus rien à voir dans la vie!
Malgré cent tours d'une aimable folie,
Malgré sa peau tavelée et polie,
Sa longue queue et son petit museau.
Griset est mort!

De chats mignons une troupe choisie,
Pour faire honneur à son ombre chérie,
Toutes les nuits s'en vient, sur son tombeau,
Verser le sang d'un rat ou d'un moineau;
Puis, miaulant d'un air triste, elle crie :
« Griset est mort! »

Cette pièce n'a, je le confesse, aucun rapport avec *les dimensions de l'univers ;* mais comme elle est jolie et peu connue, j'ai pensé que vous accepteriez ce petit hors-d'œuvre.

Le grand astronome Képler, le philosophe Kant et le géomètre Lambert pensaient que la voie lactée pourrait bien être une nébuleuse, à l'intérieur de laquelle nous serions placés. Guidé par cette sorte de divination, W. Herschel entreprit vers 1780 le *jaugeage* de la voie lactée. Cet immense travail fut accompli en quelques années. Dirigeant son télescope vers toutes les parties de la zone qu'il voulait étudier, Herschel reconnut qu'elles sont très inégalement riches en étoiles : dans telle partie, le télescope ne montrait *qu'une* étoile en un quart d'heure ; dans telle autre, il en faisait découvrir, non seulement plusieurs centaines, mais jusqu'à 116 000! Ce n'est pas tout : Herschel conclut, de ses observations, que la voie lactée renferme au moins *cinquante millions* d'étoiles, *cinquante millions* de soleils, analogues au nôtre! « Ces résultats numériques, dit Arago, sont vraiment *prodigieux.* » Mais allons plus loin.

Une considération géométrique bien simple prouve que, très probablement, la distance de la terre aux limites de la nébuleuse lactée, dans une direction donnée, est proportionnelle à la racine cubique du nombre d'étoiles aperçues dans cette direction. Cette distance varie donc au moins dans le rapport de 1 à 50; d'autres observations donnent le rapport de 1 à 100.

En résumé, d'après le travail d'Herschel, la voie lactée se compose de deux couches très minces, presque parallèles, ayant la forme d'une paire de meules, s'étendant à des lointains incalculables, et dont notre soleil occupe à peu près le centre ; les distances de cet astre, aux limites de la voie lactée, varient entre 58 fois et 500 fois sa distance à α du *Centaure.* La lumière de cette étoile employant environ trois ans à nous parvenir, il faut près de *trois mille ans* pour qu'un rayon lumineux, parti d'une limite extrême de notre nébuleuse, arrive à la limite opposée.

Si l'on admet, ce qui semble assez naturel, que les dimensions *absolues* des diverses nébuleuses ne soient pas très différentes les unes des autres, on peut se demander à quelle distance de notre soleil est placée une nébuleuse ayant un diamètre apparent donné, par exemple 10″. Pour qu'on objet sous-tende un angle visuel de 10″, il faut qu'on en soit éloigné de 334 fois sa largeur. Si la voie lactée était transportée à une distance de la terre égale à 334 fois sa plus grande dimension, sa lumière ne nous parviendrait qu'en 334 fois 3000 ans, c'est-à-dire en *plus d'un million d'années.* Ce résultat, qui effraye l'imagination, est probablement au-dessous de la vérité.

Ici se présente un dilemme assez piquant.

L'un des premiers versets de la Genèse est ainsi conçu :

Dieu dit : *Que la lumière soit; et la lumière fut.*

Si les gigantesques *becs de gaz,* appelés étoiles, ont *été* allumés instantanément, l'être pour qui ces becs brûlaient les a vus, non à la fois, mais les uns après les autres. Que dis-je? Des millions d'étoiles, peut-être, sont encore invisibles aujourd'hui, parce que leur lumière *n'a pas eu le temps* d'arriver jusqu'à nous.

Si, au contraire, Adam, armé d'une bonne lunette, a pu contempler, le jour même de sa naissance, toutes les étoiles visibles aujourd'hui ; c'est que, pendant des milliers et des millions d'années, Jéhovah les avait successivement allumées!

Je ne me charge pas de conclure et je renvoie la question aux théologiens : vous savez qu'ils expliquent tout,... à la façon des anciens.

Tels sont, messieurs, les objets dont je voulais vous entretenir dans cette conférence amicale. Malgré mon infériorité sur un sujet qui ne rentre pas dans mes études habituelles, le but que j'avais en vue sera atteint, si j'ai pu vous intéresser, si j'ai pu vous inspirer le goût d'une science grandiose, à la fois poétique et philosophique, d'une science que Laplace, dans son admirable langage, caractérise ainsi :

« L'astronomie, par la dignité de son objet et par la perfection de ses théories, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence. Séduit par les illusions des sens et de l'amour-propre, l'homme s'est regardé longtemps comme le centre du mouvement des astres, et son vain orgueil a été puni par les frayeurs qu'ils lui ont inspirées. Enfin, plusieurs siècles de travaux ont fait tomber le voile qui cachait à ses yeux le système du monde. Alors il s'est vu sur une planète presque imperceptible dans le système solaire dont la vaste étendue n'est elle-même qu'un point insensible dans l'immensité de l'espace... Les résultats sublimes auxquels cette découverte l'a conduit sont bien propres à le consoler du rang qu'elle assigne à la terre, en lui montrant sa propre grandeur, dans l'extrême petitesse de la base qui lui a servi pour mesurer les cieux (1). Conservons avec soin, augmentons le dépôt de ces hautes connaissances, les délices des êtres pensants. Elles ont rendu d'importants services à la navigation et à la géographie ; mais leur plus grand bienfait est d'avoir dissipé les craintes produites par les phénomènes célestes et détruit les erreurs nées de l'ignorance de nos vrais rapports avec la nature ; erreurs et craintes qui renaîtraient promptement, si le flambeau des sciences venait à s'éteindre. »

(1) Vers du *Cid.*

(1) Pascal a dit : « Quand l'univers l'écraserait, l'homme serait encore plus noble que celui qui le tue, parce qu'il sait qu'il meurt. »

Je viens de nommer Pascal. Permettez-moi de finir par le plus beau mot, peut-être, que cet immortel génie ait jamais écrit :

« Travaillons à bien penser : voilà le principe de la morale. »

EUGÈNE CATALAN.

ANTHROPOLOGIE

L'âge du bronze en Angleterre et en France, d'après MM. Evans et de Mortillet.

I. — L'existence dans les temps préhistoriques d'un âge industriel du bronze, un instant contestée, s'affirme chaque jour davantage. Et cet âge, prenant plus de consistance et d'étendue à mesure qu'on l'étudie, n'apparaît plus tel que le présentaient naguère et le présentent encore quelques archéologues, comme une phase transitoire, éphémère et presque accidentelle du développement industriel de nos sociétés dans quelques régions privilégiées, mais comme le témoin et pour ainsi dire le symbole d'une civilisation assez bien assise et assez durable dans ses formes particulières pour que quelques-uns de ses éléments essentiels aient pu être répandus chez presque tous les peuples de l'ancien monde. Et nous ne voulons pas parler seulement ici des outils, des armes, des ornements décelant leur commune origine première par la matière dont ils sont faits, et leurs formes spéciales, mais même encore de certains traits de mœurs qui apparaissent en même temps que ceux-ci presque partout et se manifestent à nous par un mode de sépulture entièrement nouveau, l'incinération, et des indices presque irrécusables d'un culte du soleil, du feu ou de la puissance fécondante. Cette résurrection est un des résultats les plus admirables qui aient récemment été obtenus par les recherches patientes et souvent si ingrates des archéologues.

Il y a déjà quelques années que M. Chantre a publié sur l'*âge du bronze,* en France et en Suisse, un des ouvrages les plus luxueux qui aient été édités. On s'est presque moqué du soin minutieux qu'il a mis à classer, à décrire et à reproduire même le moindre morceau de bronze découvert. Eh bien, c'est par l'étude et la comparaison de détails presque infimes que les grands faits de ce passé sans histoire nous ont été révélés. Le nombre et la variété des objets est la preuve de la durée de l'âge auquel ils se rapportent; l'usure extrême de certaines pièces témoigne de la vulgarité de l'emploi du bronze.

Un seul ornement a fait d'abord soupçonner l'origine asiatique du bronze; la forme d'une seule épingle a rendu certaines les relations de centres chinois avec l'Europe à ce moment.

Lorsqu'avec quelques os brisés on veut reconstruire les espèces animales disparues de la surface de la terre, aucune particularité de ces os ne peut être regardée comme indifférente.

Les outils, les armes, les ornements des temps préhistoriques sont les débris paléontologiques des civilisations humaines éteintes.

II. — M. John Evans vient de consacrer à l'âge du bronze, un ouvrage bien plus modeste que celui de M. Chantre, mais qui renferme sur cet âge étudié dans la Grande-Bretagne tout ce que le collectionneur à la fois prudent et passionné, que nous a déjà surtout fait connaître en France l'*Age de la pierre,* peut en dire. C'est aussi un musée, et un musée qui a l'avantage d'être portatif. Et certes il faut avoir présents à l'esprit les résultats que nous venons de rappeler et les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus, pour en suivre l'auteur dans ses descriptions minutieuses.

M. Evans ne se préoccupe pas beaucoup des questions générales. Dans une introduction assez étendue, il traite toutefois, et cela était nécessaire pour déterminer la signification et l'importance de son ouvrage, de la question de l'universalité et de l'antériorité sur celui du fer d'un âge industriel du bronze. Pour la traiter à fond, et elle mérite bien de l'être, il faudrait passer en revue les documents les plus anciens des différents pays et les comparer. M. Evans ne passe en revue que ceux concernant les Juifs, les Égyptiens, les Grecs et les Romains. Il ne dit rien de la Chine sur laquelle le peu que nous savons offre un intérêt si général. Les livres sacrés des Juifs, fort peu anciens relativement, ne peuvent pas nous apprendre grand'chose. Le bronze, le fer, comme l'or et même l'argent étaient également connus lorsqu'ils ont été écrits (quatorze cents ans avant J.-C.).

L'ancienneté du fer et l'antériorité du bronze en Égypte ont été l'objet d'un long débat qui n'est point épuisé. M. Evans, après avoir rapporté les opinions opposées de M. Mariette et de M Chabas, semble favorable à l'opinion du premier d'après lequel le fer n'était pas connu sous l'ancien empire. Il reconnait d'ailleurs que la question est encore obscure. Mais, dit-il, si nous considérons les restes que nous a légués le passé, nous y trouverons une foule d'armes et d'instruments en bronze, tandis que ceux en fer sont très peu nombreux et ont, en outre, une date récente ou tout au moins incertaine. « Chez les Assyriens le fer paraît avoir été très répandu de bonne heure, et c'est sans doute de l'Assyrie qu'il a été porté en Égypte. »

Ce ne sont pas précisément là les idées qui ont le plus de cours en France où l'on croit avoir des preuves de la grande ancienneté du fer en Égypte et même de son origine africaine. Nous avons bien des fois exposé et défendu ces idées à la suite de M. de Mortillet (1). M. Evans, sans les adopter, ne les réfute pas, car il ne les fait même pas complètement connaître.

Après son introduction et une très neuve et très utile revue des opinions anciennes et modernes sur l'usage et l'origine des instruments en bronze, des haches (opinions parmi lesquelles il faut surtout citer et réfuter celle qui les attribue aux Romains et qui, partagée encore par bon nombre d'ar-

(1) Voy. notamment *Revue d'anthropologie,* 1880, p. 105, et 1881, p. 699, et notre *Homme préhistorique.*

chéologues de province, a été la source de tant d'obscurité et d'erreurs), M. Evans aborde la partie purement descriptive, c'est-à-dire la partie principale et le fond même de son livre. Il classe les instruments qu'il persiste à appeler des *celts* pour s'accorder avec un usage qui n'existe pas en



Fig. 45. — Poinçon pour les ciselures.

France où nous les appelons des haches, en *celts plats, celts à rebords, celts à aile* et *celts palstaves,* avec ou sans anneau, et *en celts à douille.*

Nous reviendrons sur cette classification.

Parmi les variétés de celts plats il en est dont les faces sont *ornementées* à l'aide de lignes de traits faits au poinçon. Un des



Fig. 46. — Hache à rebords avec saillie.

plus beaux de ceux que représente M. Evans appartient au British Museum. Il offre cette particularité assez rare que ses surfaces sont formées d'une série de facettes légèrement creuses. La facette centrale et celles du bord sont ornées de chevrons peu profonds creusés au poinçon,

Parmi les celts à rebords, il en est aussi quelques-uns qui sont ornés. Celui représenté par la figure 46 est un des plus beaux et des plus rares spécimens de ce genre.

Il n'y a pas de doute pour M. Evans que tous les ornements gravés de ces instruments n'aient pu être obtenus à l'aide de poinçons de même métal. Les poinçons de bronze sont rares toutefois et paraissent selon lui postérieurs aux celts plats.

M. Evans suppose que ce sont peut-être les poinçons de la forme fig. 45 qui servaient pour les ciselures. Cette forme est assez singulière.



Fig. 47. — Hache à talon ou palstave.

Les celts plats de la variété la plus simple sont particulièrement abondants en Irlande : et plusieurs d'entre eux sont « faits de cuivre rouge, presque sans alliage », comme la plupart de ceux trouvés en France.

M. Evans appelle celts à rebords avec saillie d'arrêt les instruments du type très élégamment orné (bien que l'ornementation soit plus rare dans cette variété), représenté figure 46, et du nom, inusité ici, de *palstave,* « les celts dont les ailerons sont rabattus de manière à former ce que l'on peut appeler des douilles en dehors de la lame, et à ceux où la partie de la lame située entre les rebords latéraux et audessus du talon est plus mince que la partie au-dessous ».

Ces formes se rattachent à nos types de la hache à talon et de la hache à ailerons. Mais M. Evans classe aussi parmi elles des celts à ailes, c'est-à-dire à rebords très développés, qui n'ont pas au milieu ou au premier tiers de leur longueur de saillie d'arrêt ou de différence d'épaisseur pour les fixer dans le manche; ainsi que des erminettes, des celts dont la

lame est perpendiculaire à la face comprise entre les rebords.

On admirera la beauté de la forme et l'élégance de l'ornementation du *palstave* de la figure 47, qui appartient à la collection du général Pitt Rivers.

Il en est peu de ce genre; mais beaucoup de palstaves ont latéralement, au-dessus du talon, au point où le manche se fixait, une ou deux boucles.

Toutes ces formes du palstave donnent l'occasion de remarquer « qu'il existe des analogies marquées entre certains instruments anglais et nombre d'instruments français, tandis que les types essentiellement écossais et irlandais n'offrent avec ces derniers que des ressemblances plus éloignées. Ainsi, quoique certains palstaves puissent être d'origine étrangère, cependant c'est plutôt la façon des objets que les objets eux-mêmes que les habitants de la Grande-Bretagne doivent à leurs rapports avec d'autres peuples. »

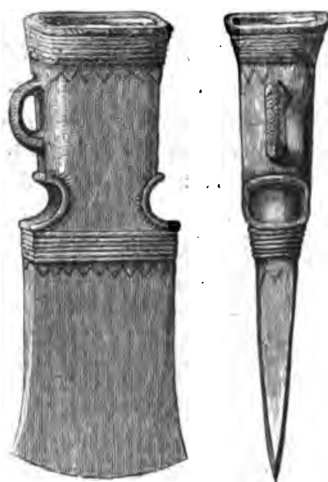


Fig. 48. — Hache à douille.

Les celts à douille offrent peut-être encore une plus grande variété de formes; mais ils ont un caractère commun, essentiel, qui permet de les distinguer de tous les autres et écarte toute équivoque sur le nom qui leur convient. Tous les autres celts, depuis le celt à rebords jusqu'au palstave, ne sont qu'un acheminement vers ce type. Aussi l'emporte-t-il sur tous les autres par son universalité, par le nombre de ses spécimens et la durée de son emploi. M. Evans en cite des exemplaires qui viennent de Chine et de Java. Ses formes diffèrent un peu en Angleterre et en Irlande et sont assez particulières en Écosse où l'influence étrangère ne se fait guère sentir.

Parmi celles que M. Evans reproduit, nous citerons celle de la figure 48 comme l'une des plus achevées et à cause de son ornementation exquise.

Les autres objets de l'âge du bronze viennent en quelque sorte sur le second plan. Toujours moins nombreux, leur variété ne devient réellement et certainement grande que lorsque cet âge tire vers sa fin. Aucun d'eux ne peut servir seul à marquer, comme les celts ou haches, sa durée et la lente évolution de ses types.

Cependant les épées, les poignards et même les rasoirs présentent des variations de formes utiles à étudier à ce point de vue.

Les rasoirs d'Écosse et d'Irlande sont restés très simples, figures 269 et 274 (voy. Evans). Un seul de ces rasoirs, trouvé à Kinleith, près d'Édimbourg, s'écarte de ce type local pour se rapprocher complètement des formes du continent.

Il n'en est pas de même des poignards. Les plus anciens, ceux qui appartiennent au commencement de l'âge du bronze, sont plus petits et tiennent du couteau. L'un d'eux, (voy. Evans figure 287), possède un manche en bois maintenu par trente rivets de bronze. Par la suite, ils ont été en partie remplacés par des lames en forme de rapière.

Les épées et les pointes de lance en bronze ne semblent pas avoir été en usage dans la Grande-Bretagne pendant la première partie de l'âge du bronze. Et chose singulière! « on ne peut citer aucun cas bien établi dans lequel on en ait trouvé dans les tumuli avec des squelettes ».

M. Evans combat à ce propos l'opinion ancienne d'après laquelle ces épées, en forme de feuille, seraient des armes romaines. « A l'époque de l'invasion romaine dans la Grande-Bretagne, non seulement on se servait d'épées en fer, mais la forme connue sous le nom d'épée néo-celtique n'était plus celle d'une feuille. Et il y avait si longtemps que le fer servait à fabriquer les épées en Italie, que le nom de cette arme était *ferrum*. »

M. Evans s'élève en même temps contre la signification donnée jusqu'ici à la petitesse relative des poignées de bronze. Ces poignées, selon lui, ne sont pas si petites qu'on veut bien le dire. Elles pouvaient facilement être saisies. D'ailleurs la grandeur des poignées est toujours proportionnelle à l'arme, et nous nous servons encore aujourd'hui d'outils à poignées très petites. « En tout cas, il est certain qu'en Grande-Bretagne, les squelettes de l'âge du bronze appartenaient à des hommes bien plus forts et plus grands que les squelettes des hommes de la pierre. »

M. Evans reste peut-être là un peu à côté de la question. Car on n'a pas conclu de la petitesse des poignées des épées de bronze à la petitesse des mains des populations où on les trouve, mais à celle des mains des fabricants, des premiers importateurs. Il reconnaît d'ailleurs que les épées de bronze de la Grande-Bretagne ont la plus grande ressemblance avec celles du continent.

Remarque importante, si l'on se rappelle les recherches de M. H. Martin (1) sur les peuples conquérants qui auraient introduit le bronze en Irlande. M. Evans néglige d'établir l'existence en Irlande de deux catégories d'épées, les unes courtes, plus anciennes, et les autres longues, d'époque postérieure.

Nous ne poursuivrons pas plus loin cette revue détaillée. Parmi les nombreux objets que M. Evans décrit encore pointes de lance, boucliers, casques, bracelets, boucles

(1) Association française pour l'avancement des sciences, congrès de Paris, 1878.

d'oreilles, vases, etc., nous ne signalerons que ces singulières trompettes de bronze trouvées surtout en Irlande et qui se rattachent vraisemblablement au commencement de l'âge du fer (Evans, fig. 442, 444, 445). Il serait cependant intéressant d'étudier les épingles très rares en Grande-Bretagne, etc.

Mais il est plus important pour nous de donner place ici à l'analyse de son dernier chapitre, à ses conclusions sur la chronologie et l'origine du bronze. Elles sont appuyées sur un tableau statistique de toutes les principales trouvailles de la Grande-Bretagne.

Et voici à quoi elles se résument. Les celts plats et les poignards-couteaux, communs dans les tumuli, sont rares dans les trésors; les palstaves sont très souvent associés aux celts à douille, tandis que les celts à rebords le sont très rarement et que les pointes de lance ou poignards à soie ne le sont jamais; les épées ne se rencontrent pas avec des celts à rebords, mais avec des celts à douille; les torques sont plus souvent avec des palstaves qu'avec des celts à douille; les chaudrons ou les anneaux s'associent avec les celts à douille et ce n'est que de ceux-ci qu'on trouve des moules dans les trésors ou cachettes de fondeur.

De ces successions de formes d'outils et d'armes, M. Evans ne tire pas une distinction très nette d'époques différentes dans l'âge du bronze. Il divise toutefois celui-ci en trois phases : la première de ces phases serait caractérisée par les celts plats ou à rebords très peu marqués et par les poignards-couteaux; la seconde par les lames de poignard plus lourdes, les celts à rebords et les poignards à soie; la troisième par les palstaves, les celts à douille et les formes d'outils et d'armes des trésors ou cachettes de fondeur. Ce serait pendant cette troisième phase que l'épée de bronze et la pointe de lance à douille auraient fait leur apparition.

Ces trois phases ensemble auraient embrassé une durée de huit ou dix siècles. Et d'après de très justes inductions, M. Evans assigne au commencement de l'âge du bronze une date antérieure au xve siècle avant notre ère.

M. Evans, tout en signalant les faits qui tendraient à prouver que le bronze a été introduit en Grande-Bretagne par un peuple conquérant, incline vers l'hypothèse peu contestable, d'après laquelle le bronze est parti d'un centre commun et les instruments de ce métal ont été fabriqués en plus ou moins grand nombre dans les pays même où on le trouve.

Il ne dit d'ailleurs absolument rien sur ce centre primitif commun. Et au cours de son exposition, il signale quelques dissidences qui le séparent de M. de Mortillet. Nous avons déjà mentionné son objection aux inductions basées sur la petitesse des poignées des épées de bronze. Il s'étonne ensuite de voir M. de Mortillet regarder les celts plats comme les plus modernes des celts, malgré leur forme si simple et tandis qu'en Angleterre ils ont été trouvés dans les tumuli funéraires avec des silex, des masses d'armes et des haches de combat en pierre.

III. — M. de Mortillet a fait connaître sa classification des haches en bronze au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences qui s'est réuni à Reims. Il divise d'abord ces haches au point de vue de la nomenclature (et sa nomenclature paraîtra plus claire) : 1° en *haches plates;* 2° en haches à bords droits ; 3° en haches à talons qui ont sur chacun des plats de l'instrument un point d'arrêt assez élevé contre lequel devait venir buter le sommet des lèvres du manche ; 4° en haches à ailerons ; 5° en haches à douille.

Il a étudié leur association d'après 700 pièces, mais uniquement dans des cachettes. Dans ces cachettes (45) la hache à bords droits était 4 fois seule, 10 fois associée à la hache à talons ; 3 fois à la hache à ailerons.

La hache à talons était une fois seule ; 10 fois associée à la hache à bords droits ; 7 fois à la hache à ailerons ; 2 fois à la hache à douille.

La hache à ailerons était 6 fois seule ; 3 fois associée à la hache à bords droits ; 7 fois à la hache à talons ; 17 fois à la hache à douille.

La hache à douille était 3 fois seule ; 2 fois associée à la hache à talons ; 17 fois à la hache à ailerons.

Il y a donc une succession assez nette, avec des entrecroisements, de ces quatre formes de haches.

Cette succession est la même que celle constatée par M. Evans en Angleterre, sauf en ce qui concerne les haches plates. Ces haches, d'après M. de Mortillet, seraient assez rares. Il n'en pourrait citer que 6 en Suisse et une cinquantaine en France. Ces exemplaires ont toujours d'ailleurs été trouvés isolés.

Ils sont presque tous en cuivre, en quoi ils ressemblent à ceux d'Irlande. Trois d'entre eux, dans la Loire-Inférieure, étaient associés avec des bijoux d'or gaulois ou « tout au moins hallstattiens ». Voilà pourquoi M. de Mortillet considère ces haches comme assez récentes. Il suppose même qu'elles ont peut-être servi de monnaies à une époque bien postérieure à l'âge du bronze.

On peut se demander comment le même objet, en quelque sorte fabriqué de la même façon et le plus souvent en cuivre, peut se présenter dans des conditions si différentes d'ancienneté, de gisement, d'emploi en France et en Angleterre, deux pays dont les industries du bronze ont de si étroits rapports. Et on aurait tort de considérer cette question comme une question de détail archéologique insignifiante.

IV. — Depuis qu'il a donné sa classification des haches en bronze et tout récemment, M. de Mortillet a publié, avec la collaboration de son fils, M. Adrien de Mortillet, un ouvrage, *le Musée préhistorique* (1), destiné à servir d'album à son traité depuis longtemps annoncé sur le *préhistorique*. Cet ouvrage offre à bien des égards un contraste avec celui de M. Evans. Nous n'avons plus là affaire au collectionneur amoureux de ces pièces, se complaisant jusqu'à s'y perdre dans la minutie des détails descriptifs, mais au théoricien classificateur qui, écartant plus ou moins les variétés mal

(1) 1 vol. gr. in-8° de 100 planches, avec texte explicatif.

définies, cherche à dégager des formes plus ou moins tranchées pour bien marquer les phases diverses de l'évolution, et des transformations de l'industrie préhistorique de tous les âges. L'ordre est rigoureux et l'on peut sans effort suivre

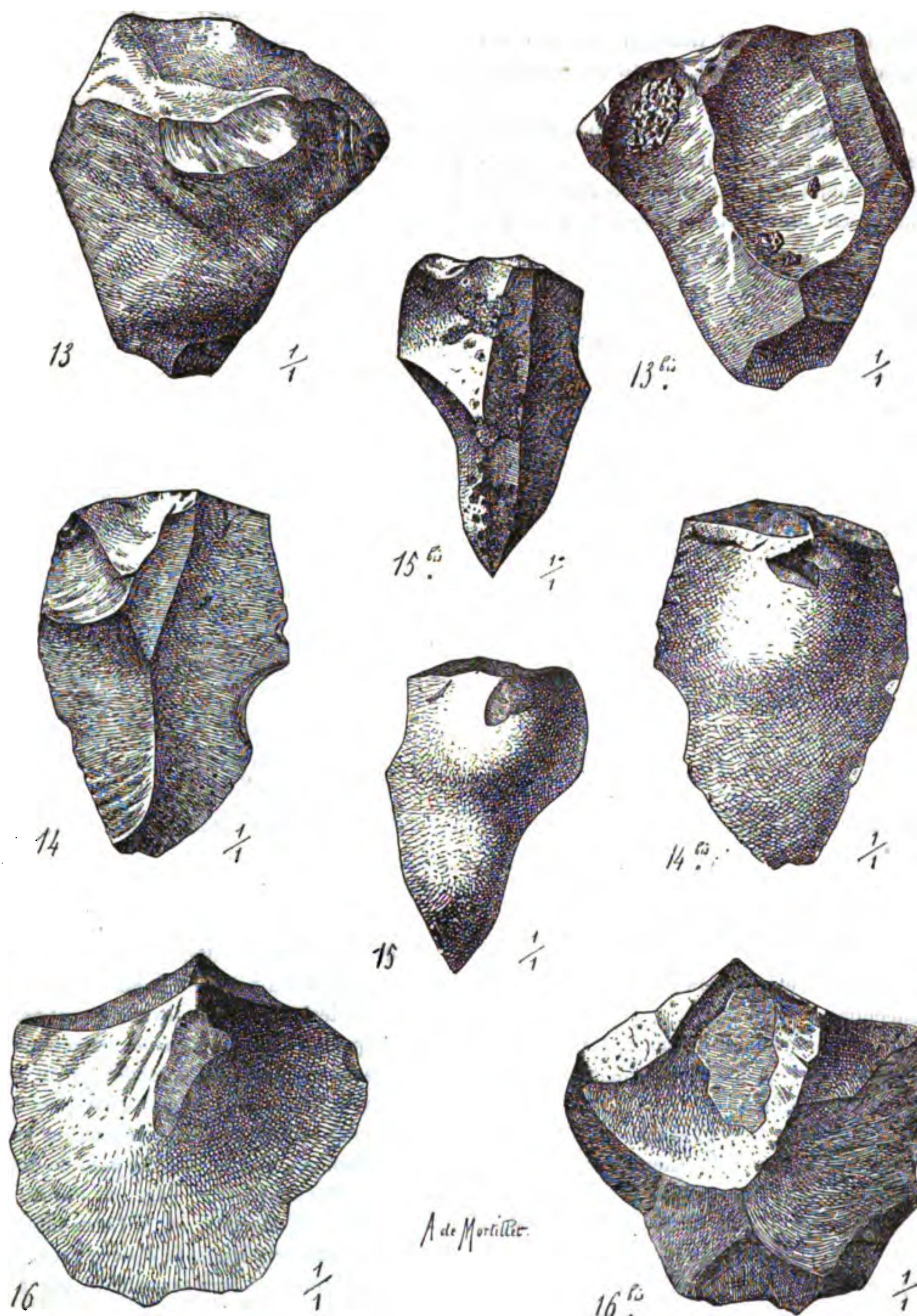


Fig. 49. — Silex taillés tertiaires du Portugal.

dans une série de planches tous les traits caractéristiques de chacune des étapes de l'homme dans sa conquête lente et laborieuse des éléments matériels de sa civilisation. Et cet ordre repose entièrement sur la classification fondée par M. de Mortillet lui-même et dont il donne le tableau en tête de son ouvrage. Nous ne l'exposerons pas. Elle est connue

de tous ceux qui se sont quelque peu occupés de préhistorique. Et nous ne nous tromperons sans doute pas en avançant que son auteur a voulu en donner une illustration digne du succès qu'elle a obtenu, et en affirmant qu'il a réussi.

Parmi les pièces les plus importantes de cet album nous signalerons d'abord les silex et quartzites miocènes et pliocènes du Portugal. Ils étaient à peu près inédits. Des quatre représentés (fig. 49, 13, 14, 15, 16) trois ont été dessinés d'après des photographies prises par M. Cartailhac et un d'après nature.

M. de Mortillet a contribué lui-même beaucoup à faire admettre l'ancienneté de ces pièces découvertes par M. Ribeiro et qui ont fait depuis l'objet de l'examen du congrès réuni à Lisbonne. Dans un article publié dans la *Revue scientifique* même, il en a attribué la taille à une espèce encore inconnue d'anthropoïdes.

M. de Mortillet prend pour type des plus anciens dépôts quaternaires contenant des silex taillés le dépôt de Chelles près Paris, qui a été dernièrement l'objet d'assez nombreuses études et discussions (*Bulletin de la Société d'anthropologie,* 1881, p. 96, 192, 558), et il veut substituer son nom, celui de Chelléen, à celui encore aujourd'hui le plus usité de Saint-Acheul.

Il donne une coupe du dépôt de Chelles prise en 1880 lors d'une excursion faite par les auditeurs du cours de M. de Mortillet, excursion dont nous étions. Cette coupe comprend les trois couches suivantes :

A. — Quaternaire atmosphérique ou diluvium rouge à débris pierreux, anguleux, magdalénien, surmonté d'une petite couche de terre végétale.

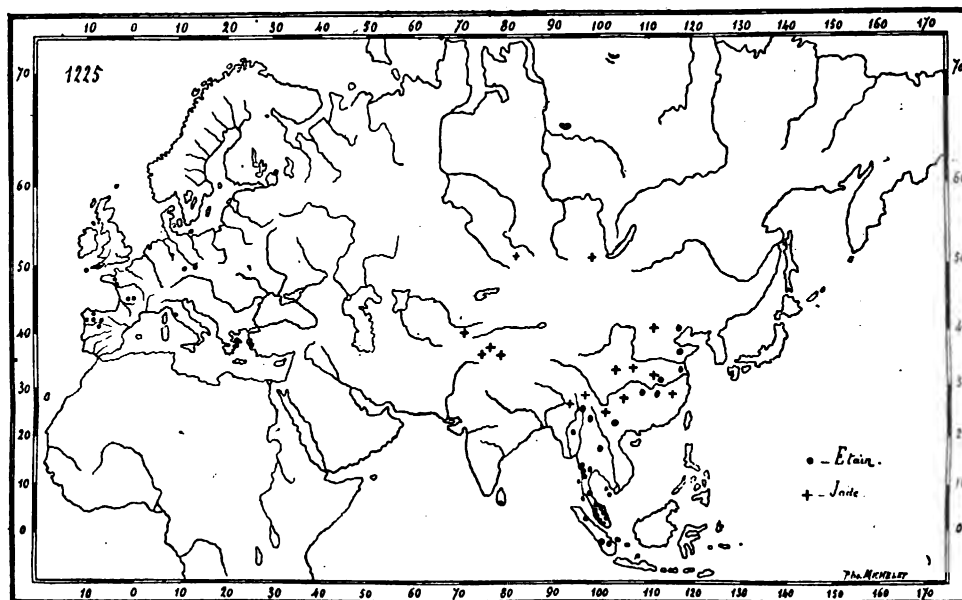


Fig. 50. — Carte des gisements d'étain et de jade.

B. — Couches de sables et graviers fluviatiles, alluvions quaternaires chelléennes.

D. — Couches de sables en fond de bateau ; ravinement des couches chelléennes à l'époque moustérienne. Exemple des remaniements et dénudations.

Avec les types industriels des époques subséquentes, moustérienne, solutréenne et magdalénienne, MM. de Mortillet ont donné quelques vues des stations caractéristiques, telles que la station de Solutré, les abris de Bruniquel, la grotte de Gourdan dont la couche archéologique (de l'époque du renne), étudiée pendant plusieurs années par M. Piette, avait 6 mètres de puissance sur 21 mètres de long et 16 de large, etc. Parmi les gravures et sculptures de l'époque magdalénienne que donnent MM. de Mortillet, il y en a plusieurs jusque-là inédites, comme la curieuse face humaine gravée sur bois de renne (planche XXVII) qui se trouve au musée Broca (école d'anthropologie).

La plus grande partie (proportionnellement, pas moins de 35) des planches du *Musée préhistorique* est consacrée à l'âge de la pierre polie, ou robenhausien, du nom d'une station caractéristique. L'industrie de cet âge est en effet plus compliquée et c'est à lui que se rattachent les premières stations lacustres, les kjökkenmöddings ou amas de débris de cuisine du Danemark, etc., et c'est avec lui que se montre l'usage des sépultures qui a fait élever en si grand nombre les monuments connus sous le nom de dolmens, etc.

M. de Mortillet divise l'âge du bronze en deux époques distinctes : le Morgien et le Larnaudien, du nom de deux stations caractéristiques. Et c'est la première fois qu'il étudie et classe toutes les formes particulières à l'industrie de la première de ces deux époques.

Ces formes sont d'abord les haches à bords droits parmi lesquelles des haches à main comme M. Evans n'en signale point en Angleterre. Ce sont ensuite les haches à talons, les poignards triangulaires qui se laissent bien comparer aux poignards-couteaux de M. Evans, des épées qui ne

sont que de grands poignards, bien comparables aussi aux rapières de M. Evans, des épées comme M. Evans n'en signale que dans la dernière partie de son âge du bronze, des épingles aplaties au sommet avec enroulement terminal, et des épingles à deux branches, etc.

Larnaud, dont le nom sert à désigner la seconde époque de l'âge du bronze, est un endroit du Jura où l'on a découvert une cachette de fondeur contenant plus de mille débris divers.

Les objets caractéristiques de cette station et de toute la deuxième époque du bronze sont les haches à ailerons et à douille, les herminettes, les marteaux, les gouges, les poinçons, les tranchets, les couteaux, les poignards de formes variées, mais toujours plus ou moins oblongues, les épées à poignée pleine en bronze et les épées à soie, les unes et les autres plus grandes que celles de l'époque précédente, les pointes de lance et de flèche, les casques et les cuirasses, les harnais, les agrafes, les hameçons, etc.

Après l'époque larnaudienne, MM. de Mortillet n'ont donné place dans leur album qu'aux quelques pièces caractéristiques du Hallstattien ou premier âge du fer, sans aller au delà.

Leurs trois dernières planches sont consacrées aux objets qui se rapportent à la question de l'origine du bronze. Ce ne sont pas certes les moins intéressantes. Mais les lecteurs de la *Revue scientifique* connaissent les arguments à l'aide desquels M. de Mortillet, depuis déjà plusieurs années, a démontré que l'industrie du bronze nous était venue de l'extrême Orient, notamment de l'Inde. Nous ne reproduirons ici que la carte tout à fait nouvelle qu'il donne des gisements d'étain et de jade (fig. 50).

Quelle que soit l'importance qu'il acquerra après la publication du manuel dont il doit être le pendant, son album peut déjà seul, nous venons de le montrer, rendre de grands services. Non seulement on peut se faire avec lui, du premier coup d'œil, une idée précise d'une époque préhistorique quelconque et suivre les phases de toutes les autres; mais encore on a en lui un répertoire, où, selon le désir des auteurs, on pourra trouver tous les termes de comparaison pour la lecture des monographies particulières et l'étude des industries du bronze dans les pays étrangers.

ZABOROWSKI.

HYGIENE

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

CONFÉRENCE DE M. HECTOR GEORGE

L'hygiène de l'ouvrier dans l'atelier et dans l'usine.

L'hygiène est une science qui a pour objet la conservation et le perfectionnement de la santé. Je n'ai pas besoin de faire ressortir devant vous son importance. On a dit souvent que la santé est le premier des biens : rien n'est plus vrai. Même pour l'homme riche, dont la vie est assurée, la maladie empoisonne toute l'existence. Mais pour l'ouvrier, pour nous tous, messieurs, qui vivons du fruit de notre travail, que ce travail s'exécute par la force des bras ou par l'habileté de la main, qu'il traduise l'effort de nos muscles ou la conception de notre cerveau, qu'il s'accomplisse avec la pioche ou le marteau, avec le burin ou avec l'aiguille, avec la plume ou le pinceau, quel que soit l'outil qui prête son aide à notre activité; pour nous, la maladie, c'est la cessation du travail, la cessation du salaire honnêtement et dignement gagné; c'est le chômage forcé, c'est la disparition de l'épargne péniblement accumulée; c'est la gêne, parfois la misère, quelquefois même la ruine. Je n'insisterai pas, tant c'est là une vérité éclatante.

Je viens de vous dire que l'hygiène est une science, c'est-à-dire un vaste ensemble de notions acquises, souvent à grand'peine, par de vrais amis de l'humanité. Or toute science a besoin d'être étudiée, et c'est bien à tort que quelques personnes s'imaginent qu'elles peuvent connaître l'hygiène sans l'avoir jamais apprise.

Il est difficile de s'imaginer combien est profonde, dans toutes les classes sociales, l'ignorance des vérités hygiéniques les plus élémentaires. Ces utiles notions, il faudrait les répandre de tous les côtés et créer en leur faveur une propagande énergique. C'est cette pensée généreuse qui nous a réunis ici, dans cet établissement populaire si justement nommé *la Sorbonne des ouvriers*. Je suis certain, messieurs, d'être votre interprète en remerciant, en notre nom à tous, celui qui a eu l'initiative de cette réunion, M. le colonel Laussedat, le directeur si dévoué du Conservatoire des arts et métiers.

Pour les ouvriers, aux causes ordinaires de maladies se joignent des causes spéciales dues aux professions qu'ils exercent. C'est uniquement de cette influence professionnelle que je veux m'occuper dans cette conférence.

Lorsqu'on embrasse l'ensemble des industries qui s'exercent dans l'usine ou dans l'atelier, on voit qu'elles peuvent toutes, ou presque toutes, se ranger dans deux groupes au point de vue de leur influence sur la santé :

1° Celles qui provoquent l'altération de l'air respiré;

2° Celles qui exigent un travail musculaire excessif par son intensité ou par sa durée.

Les premières sont de beaucoup plus insalubres que les secondes, par la raison que la fonction la plus importante, la plus impérieuse du corps, c'est la respiration d'un air pur.

On peut rester sans manger pendant un grand nombre d'heures; on ne saurait rester quelques minutes sans respirer. Que l'air cesse, par une cause quelconque, d'entrer dans nos poumons, et l'asphyxie survient presque immédiatement.

L'asphyxie peut être plus lente, tout en étant tout aussi sûrement mortelle : c'est lorsqu'un nombre d'hommes trop considérable se trouve réuni dans un espace insuffisant.

En 1750, aux assises d'Old Bailey, en Angleterre, dans une pièce de 30 pieds carrés, la plupart des individus présents,

juges et assistants, furent asphyxiés par suite du manque d'air respirable. Il ne survécut que quelques personnes placées près d'une fenêtre ouverte.

En 1756, dans l'Inde, à la suite d'une révolte des habitants contre l'autorité anglaise, 146 Anglais furent faits prisonniers et enfermés dans un cachot de 20 pieds carrés, ne prenant de l'air que par deux soupiraux donnant sur un corridor. Après huit heures, il n'en restait que 23 de vivants.

A la suite de la bataille d'Austerlitz, 300 prisonniers autrichiens furent enfermés dans une cave; en quelques heures, il en était mort 260 par asphyxie.

L'air confiné, c'est-à-dire insuffisamment renouvelé, a une influence bien caractérisée sur la production et la marche de la phtisie pulmonaire. Il y a longtemps déjà qu'un médecin anglais, le docteur Henry Bennett, a démontré par son propre exemple l'efficacité du grand air pour le traitement et la guérison de la phtisie. C'est d'ailleurs là une notion vulgaire. On sait que, pour les poitrinaires des villes, la première chance de guérison, c'est la campagne, c'est-à-dire le grand air.

Et ne croyez pas que le froid ait, dans cette maladie, les dangers de l'air confiné. Une statistique du docteur Gallard, médecin de la compagnie du chemin de fer d'Orléans, a établi que les ouvriers de la voie, les *poseurs*, qui travaillent au grand air jusqu'à seize et dix-huit heures par jour, par tous les temps, par la pluie, par le froid, et livrés à toutes les intempéries, sont beaucoup moins exposés à la phtisie que les employés des bureaux, qui sont bien logés, bien chauffés, mais qui vivent dans un air confiné. A nombre égal, les premiers fournissent 5 poitrinaires, les seconds 103.

Je me souviens toujours d'un exemple qui m'a beaucoup frappé. Il y a de cela une vingtaine d'années. Je terminais alors mes études de médecine, et j'avais l'occasion de voir fréquemment un médecin de Paris très distingué, ayant une fille de quinze à seize ans poitrinaire. A l'époque des vacances, chaque année, cette jeune fille allait passer plusieurs semaines dans l'est de la France, dans un pays froid et humide. Là, au grand air, cette enfant retrouvait un appétit formidable, faisait des promenades de cinq ou six heures de suite dans la campagne, reprenait rapidement ses forces, et, malgré le vent et le froid, ne toussait plus. Rentrée à Paris, on l'enfermait tout l'hiver en serre chaude pour lui faire un climat méridional artificiel. Il n'y manquait malheureusement que de l'air. La maladie revenait; elle finit par l'emporter.

Le seul avantage des climats chauds contre la phtisie, ce n'est pas la chaleur; c'est que la douceur du climat permet la vie au grand air presque toute la journée. Mais la chaleur n'est pas nécessaire, et il y a plusieurs montagnes de la Suisse où l'on guérit la phtisie, malgré le froid, par le remède capital, le grand air.

Enfin il est une dernière maladie, très fréquente dans les villes, qui est produite par la respiration d'un air insuffisant: c'est l'*anémie,* ou *manque de sang.*

Les causes de l'altération de l'air par les industries insalubres peuvent se diviser en deux groupes :

1° Les émanations (poussières ou vapeurs) qui agissent comme des poisons, et qui, transportés par le sang dans tout le corps, produisent des désordres généraux et multiples;

2° Les poussières simplement irritantes, qui agissent localement sur le poumon et y produisent des désordres ordinairement proportionnels à leur dureté.

Commençons par les poussières toxiques, en prenant d'abord l'une des plus meurtrières, celle du plomb.

Le plomb est un métal très anciennement connu. Déjà les dames romaines employaient la céruse en guise de fard. C'est la céruse, à cause de son état pulvérulent, qui produit les accidents les plus graves. Pourtant les cérusiers ne tiennent pas la première place sur la liste des victimes du plomb ; cette place appartient aux peintres en bâtiment.

Mais les accidents dus au plomb se rencontrent dans beaucoup d'autres industries qui travaillent soit le plomb métallique, soit ses divers composés. Les ouvriers des mines, les plombiers, les fondeurs de caractères d'imprimerie, les typographes, les fabricants de cristaux, etc., sont exposés aux accidents du plomb, dont voici les principaux.

Le début consiste dans une douleur très violente des muscles du ventre : c'est la *colique de plomb* ou *colique des peintres.* Les ouvriers cérusiers désignent parfois leur atelier sous le nom de la *Colique ;* une autre locution, plus expressive encore, employée jadis, c'était celle de l'*Abattoir.* Puis surviennent des douleurs dans les jointures, la paralysie des muscles, surtout de ceux de l'avant-bras, des douleurs violentes dans la tête, et la mort.

Dans les dessins projetés sous vos yeux, vous voyez la série d'organes où le poison a été transporté par le sang : le cerveau, la moelle épinière, les nerfs, les muscles où se distribuent les terminaisons nerveuses.

Les moyens de préservation sont de trois ordres : préservation individuelle, qui concerne l'ouvrier ; préservation générale, qui concerne le patron ; substitution d'une industrie employant des substances inoffensives.

La première précaution à prendre lorsque l'on manie des poussières toxiques qui pénètrent dans le corps avec l'air que l'on respire, c'est de les arrêter au passage à l'aide d'un appareil protecteur (voile ou masque) placé à l'entrée des voies respiratoires. Mais ici l'on se heurte à un obstacle insurmontable. Les hygiénistes se sont ingéniés à fabriquer des masques commodes et légers, et les ouvriers se sont obstinés à ne pas s'en servir. C'est une résistance que l'on ne peut pas arriver à vaincre.

Cette résistance, messieurs, provient d'un sentiment dont l'essence même est très louable : c'est le mépris du danger et le facile sacrifice de la vie. C'est ce sentiment qui nous pousse à porter secours aux individus en péril, à donner notre vie pour la défense du pays. Ce sentiment est la source de l'héroïsme. Mais il faut savoir le réserver pour les circonstances où il peut rendre des services. Ici, il est absolument inutile ; il est même nuisible.

Il y a aussi (l'on doit bien l'avouer) un autre sentiment moins généreux qui pousse l'ouvrier à repousser ces précautions : c'est le respect humain, c'est la crainte du ridicule.

On dit qu'en France le ridicule tue ; cette expression figurée est rigoureusement vraie dans ces sortes d'industries.

Il faudrait aussi, pour les céruseries, des vêtements de travail qui restent toujours à l'atelier. Mais tout ce qu'on peut obtenir, c'est que l'ouvrier abrite ses vêtements ordinaires sous une blouse d'atelier, quelquefois même sous un pantalon. Ces mesures sont insuffisantes contre le transport des poussières de plomb par les habits.

Une série de mesures bien importantes, ce sont toutes celles qui concernent les soins de propreté. Il faut des lavages fréquents des mains et du visage, et des bains sulfureux tous les huit jours au moins. Mais ici encore, on se heurte souvent à une résistance opiniâtre. A Washington, près de Newcastle, dans l'usine Bell, où l'on prépare de l'oxychlorure de plomb, les ouvriers ont quitté l'usine, parce que l'on voulait leur imposer les bains. Ils se sont « mis en grève contre la propreté ».

Les ouvriers n'aiment pas à s'enfermer dans une baignoire ; mais ils fréquentent volontiers les bains froids. Il faudrait créer de vastes piscines de natation offrant en hiver une eau attiédie, où l'on serait heureux de se baigner. Les eaux de condensation des machines à vapeur de tout un quartier alimenteraient facilement ces piscines. Elles existent à l'étranger, en Angleterre et en Belgique. On les réclame à Paris depuis longtemps ; elles ont été souvent projetées, et même promises ; souhaitons que leur réalisation soit prochaine.

Les fonctions de la peau doivent toujours être entretenues en bon état, à cause de leur extrême importance. Après celles du poumon, ce sont les plus impérieuses; car leur suppression entraîne la mort en quelques heures.

Il y a une quarantaine d'année, il se passa dans une grande ville d'Italie un fait très singulier. A l'occasion de la célébration d'une fête, on avait organisé une grande cavalcade. Le cortège était nombreux, et en tête de ce cortège s'avançait un char sur lequel on avait eu l'étrange idée de placer *un enfant d'or*. Un jeune garçon d'une douzaine d'années remplissait ce rôle. On lui avait collé très exactement des feuilles d'or sur tout le corps. La promenade fut longue ; elle dura environ six heures. Mais lorsqu'on voulut détacher l'enfant du poste élevé où on l'avait placé, on s'aperçut avec stupéfaction qu'il était mort.

On ne savait à quelle cause attribuer cette mort, et la foule cria au miracle.

Un physiologiste français se trouvait là ; c'était un médecin de Paris, Fourcault. Il résolut de chercher à se rendre compte scientifiquement de cet événement extraordinaire. Il s'agissait d'en reproduire les conditions chez les animaux.

Fourcault fit donc des expériences sur les chiens, sur des lapins, sur des moutons, sur des chevaux même. Après avoir rasé le corps très exactement, il le recouvrit en entier avec de la résine, du vernis, une dissolution de gomme arabique, du collodion, etc.; bref, avec un enduit imperméable. Et toujours il vit la mort survenir après un temps qui variait entre trois ou quatre et sept ou huit heures. Ces expériences, souvent répétées depuis, ont toujours donné le même résultat.

Un fait bien remarquable, c'est que dans toutes ces expériences la température du corps s'abaisse d'une façon considérable. De 37° elle descend graduellement jusqu'à 23°, et c'est alors que la mort survient. Il semble que l'on ait éteint les foyers dont la combustion entretient la vie.

Une dernière précaution que doivent prendre les ouvriers, c'est de ne jamais déposer ni consommer leurs aliments dans l'atelier, pour éviter le mélange des poussières toxiques qu'ils introduiraient dans leur corps avec les substances alimentaires.

On s'est occupé de trouver un contrepoison aux effets nuisibles du plomb. Dès 1843, un médecin belge, M. Melsens, a recommandé l'emploi de l'iodure de potassium, qui donne en effet d'excellents résultats, car il arrive à guérir les accidents déclarés (comme la paralysie), et il permet de continuer le travail insalubre tout en voyant disparaître les coliques de plomb. L'Académie des sciences a récompensé cette découverte par le prix des arts insalubres.

Un autre préservatif des accidents du plomb, c'est l'emploi du lait, recommandé depuis 1867 par M. Didier-Jean, directeur de la cristallerie de Saint-Louis, près de Sarreguemines. Mais on a de la peine à le faire adopter aux ouvriers; et, lorsqu'ils semblent y consentir, ils en profitent le plus souvent pour apporter à l'atelier, au lieu de lait, des liqueurs alcooliques.

Les mesures d'hygiène générale consistent à supprimer les poussières de plomb, c'est-à-dire à en produire le moins possible, et à les évacuer une fois produites. Humectation, broyage et malaxage sous l'eau, appareils clos pour la pulvérisation, ventilation (naturelle et artificielle), substitution des machines à la main de l'homme, embarrillage mécanique : tels sont les perfectionnements adoptés par beaucoup d'usines à Bruxelles et à Lille, au grand profit de la santé des ouvriers.

Il y avait à Paris, il y a quelques années encore, deux fabriques de blanc de plomb ou de céruse : l'une à Clichy, l'autre, rue du Château-des-Rentiers. La première, passée à l'état de souvenir, était très insalubre; la seconde l'était très peu. Sur le même nombre d'ouvriers, l'une fournissait par an aux hôpitaux 250 à 280 malades, l'autre seulement 2 ou 3, c'est-à-dire cent fois moins.

Cette différence tient à une seule condition : la première de ces maisons fabriquait de la céruse en poudre ou en pains; la seconde ne prépare et ne livre au commerce que de la céruse en pâte broyée à l'huile. Dans le premier cas, les poussières qui se dégagent sont insalubres au plus haut degré; dans le second, il n'y a aucun dégagement de poussière, car le travail est fait entièrement sur de la céruse mouillée et se trouve rendu par là aussi salubre que possible.

Enfin, un dernier progrès à réaliser, le plus important de tous, c'est la substitution de substances inoffensives aux composés de plomb employés dans l'industrie.

La céruse a déjà pour rival le blanc de zinc; mais on reproche au blanc de zinc de *couvrir* moins que le blanc de plomb, c'est-à-dire d'avoir une puissance colorante inférieure. C'est pour répondre à cette objection qu'un industriel an-

glais, M. Griffith, a imaginé une matière colorante blanche à base de sulfure de zinc, qui réunit aux qualités inoffensives des sels de zinc les qualités colorantes de la céruse.

Un pharmacien de Brest, M. Constantin, a de même, il y a quelques années, fait une découverte qui a été récompensée par un prix de l'Académie des sciences. A la suite de nombreux empoisonnements qui s'étaient produits dans le Finistère, soit dans la fabrication, soit par l'usage de poteries vernissées à l'oxyde de plomb, M. Constantin a imaginé des vernis inoffensifs, à base de chaux, pour les vernis incolores, à base d'oxyde de manganèse, pour les vernis colorés.

Il faut encore signaler un grand nombre de couleurs inoffensives substituées aux couleurs toxiques. Diverses couleurs comme l'éosine, la fluorescine, et autres produits dérivés de l'aniline, ont été heureusement introduites, ces dernières années, dans la coloration des jouets d'enfants.

Je ne vous dirai rien du cuivre, messieurs; il est aussi inoffensif que le plomb est dangereux. Il semble même, d'après les recherches du docteur Burq, conférer aux ouvriers qui le manient une immunité presque absolue contre le choléra.

Je passe au mercure. Il ne vaut guère mieux que le plomb. Il provoque la salivation, l'ébranlement et la chute des dents, des tremblements, puis des paralysies, puis la mort. Les ouvriers exposés à ses sévices sont les mineurs employés à son extraction, les doreurs, les miroitiers, les chapeliers.

En Espagne, dans les mines d'Almaden (très anciennement connues, puisqu'on les exploitait déjà du temps des Romains), on emploie (dit-on) des condamnés à mort et des forçats, et on rend la liberté à ceux qui sont encore vivants au bout de cinq années de ce régime.

L'hygiène individuelle est la même que pour le plomb. Mais ici encore on se heurte à l'insouciance ou aux bravades des ouvriers, comme le prouve cet exemple qui m'était raconté par un chimiste très distingué, témoin oculaire de cette fanfaronnade.

C'était dans une usine où l'on préparait le bichlorure de mercure ou sublimé corrosif. Pour la préparation de ce produit très redoutable, on met dans un matras en verre un mélange de sulfate mercurique et de sel marin, puis on chauffe dans un bain de sable, et le bichlorure de mercure qui s'est formé se dépose par sublimation sur les parois du verre. On laisse refroidir le matras huit ou dix heures, et on le casse ensuite pour recueillir le sublimé. Un ouvrier avait l'habitude de casser le matras tout chaud, encore inondé des vapeurs corrosives du sublimé. On lui faisait remarquer le danger auquel il s'exposait :

— Ça? monsieur, répondait-il en haussant les épaules, c'est ma vie!

Et le patron, haussant les épaules de son côté en s'en allant, disait au visiteur :

— Cet ouvrier-là sera mort avant deux ans.

Comme moyens préservatifs des accidents mercuriels, on emploie les aspersions d'ammoniaque dans les ateliers et l'iodure de potassium comme pour le plomb, également d'après les conseils de M. Melsens, appuyés sur une longue expérience. Ces deux moyens ont donné d'excellents résultats.

Les précautions d'hygiène générale sont les mêmes que pour le plomb. Le fractionnement du travail dans ses phases les plus insalubres et une ventilation énergique sont d'excellentes mesures préservatives. Il y a, comme toujours, beaucoup plus d'accidents chez les ouvriers en chambre, qui travaillent dans un espace beaucoup plus restreint et mal ventilé.

En outre, l'industrie du mercure s'est beaucoup assainie. La dorure au mercure a été remplacée par la galvanoplastie; l'étamage des glaces au mercure a été remplacé par l'argenture, qui coûte moitié prix et qui est sans danger pour la santé des ouvriers.

On espérait même avoir supprimé le mercure dans cette opération de la chapellerie, longtemps tenue *secrète*, et qui de là a gardé le nom de *secrétage*, qui consiste à imprégner les poils de lièvre et de lapin, pour les feutrer, avec un mélange de mercure, d'acide nitrique et d'eau. En 1872, le docteur Hillairet avait proposé de remplacer le mercure par la mélasse, substance absolument inoffensive. Mais les essais entrepris n'ont pas donné tous les résultats attendus, et cette substitution, qui n'est peut-être pas définitivement abandonnée, se trouve au moins ajournée pour un temps indéfini.

Le phosphore a une histoire beaucoup plus courte que le plomb et le mercure, parce qu'il n'est connu que depuis deux siècles. C'est en 1669 qu'il a été découvert; c'est en 1769 qu'on est arrivé à le préparer couramment.

Le phosphore n'est guère employé chez nous que pour la fabrication des allumettes chimiques. Les accidents qu'il provoque sont de la toux, des maux de tête, de l'embarras d'estomac; dans les cas les plus graves, ces vapeurs respirées détruisent plus ou moins complètement les os des mâchoires, qu'ils frappent de *nécrose*, surtout chez les individus qui ont les dents cariées et qui offrent ainsi une porte ouverte à la pénétration du poison.

Aujourd'hui les accidents de nécrose phosphorée sont très rares. On avait déjà pu les conjurer en neutralisant les vapeurs du phosphore par l'essence de térébenthine, contenue dans une petite boîte pendue au cou de l'ouvrier. Mais on a fait mieux; on a supprimé les émanations nuisibles du phosphore; on a confié à des machines toutes les phases dangereuses des opérations confiées autrefois à la main de l'homme; et l'on a assaini presque complètement cette industrie, jadis une des plus insalubres.

Cet assainissement remonte à dix années environ.

En 1871, on concentra la fabrication des allumettes chimiques en France entre les mains d'une compagnie unique, afin de percevoir plus facilement l'impôt nouveau dont on avait frappé cet objet de consommation pour acquitter la contribution de guerre due à l'Allemagne. Ce monopole, dont le principe peut rester contestable, eut pour effet d'assainir l'industrie du phosphore. Cette industrie, en 1870, était disséminée en France entre 600 fabriques environ, dont la plupart, mal établies, mal installées, mal outillées, mal aérées, offraient des conditions hygiéniques déplorables.

La compagnie générale des Allumettes a remplacé peu à

peu par des machines les opérations les plus malsaines, faites autrefois à la main, avec des conditions d'insalubrité très sérieuses. Dans ses usines de Pantin et d'Aubervilliers, de Nantes, d'Angers, de Trélazé, de Bordeaux, etc., elle fai faire par des machines le mélange de la pâte phosphorée, le trempage et l'empaquetage des allumettes. Actuellement, il n'y a qu'*un seul cas* de nécrose phosphorée dans les ateliers de Paris, et il y en a également très peu en province.

Pour assainir plus complètement cette industrie, on a proposé de substituer le phosphore rouge au phosphore blanc. Mais le public s'y refuse. Les allumettes au phosphore blanc entrent pour 90 pour 100 dans la consommation ordinaire; les allumettes au phosphore rouge (*allumettes suédoises*) pour 7 pour 100; et les allumettes de luxe (*allumettes-bougies*), pour 3 pour 100.

On reproche parfois à la compagnie générale (et non pas sans raison) la mauvaise qualité de ses allumettes. Elle y met le moins de phosphore possible; mais elle prétend ainsi assainir d'autant plus l'industrie qu'elle réduira la proportion du phosphore. En outre, elle s'excuse par des raisons financières. Le gouvernement, dit-elle, lui avait garanti un revenu de 1 franc par habitant, soit 36 millions; or l'habitant ne rend que 70 centimes, soit 25 millions. Sur cette somme, il faut déduire la remise de 20 pour 100 faite aux intermédiaires et aux vendeurs de détail, soit 5 millions; reste 20 millions, dont il faut retrancher l'impôt fixe de 16 millions perçu par le fisc. Reste 4 millions, pour toutes les usines, pour l'achat des matières premières, pour le perfectionnement de l'outillage, pour les salaires des ouvriers, etc.

Telles sont les circonstances atténuantes que plaidait récemment devant moi un ingénieur de la compagnie générale des Allumettes. Il me paraît équitable de les faire connaître au public.

Le sulfure de carbone est un produit plus récent encore que le phosphore. Il a été découvert en 1796 par Lampadius, professeur de chimie à Freyberg, qui l'a vu se produire dans la distillation sèche d'une tourbe pyriteuse.

Ce liquide, très volatil, transparent comme du cristal fondu, mais d'une odeur infecte, possède la propriété de ramollir et de gonfler le caoutchouc. Aussi, pour la fabrication des ballons en caoutchouc, ballons-réclames et ballons à musique, le sulfure de carbone est actuellement très employé.

Les accidents qu'il produit chez les ouvriers ont été très bien décrits pour la première fois par le docteur Delpech. Ils peuvent se résumer de la façon suivante : douleurs dans la tête et dans les membres; perte de l'appétit; paralysies de la vue, de l'ouïe, des membres; cachexie et mort.

Le sulfure de carbone ne devrait être manipulé qu'en vases clos.

Un ouvrier de Belleville, M. Deschamps, avait imaginé une cage en verre, percée de deux ouvertures pour le passage des mains et des bras; des manches en caoutchouc serrées au poignet et fixées aux ouvertures permettaient de manœuvrer dans cet appareil sans être incommodé par les vapeurs du sulfure de carbone. Mais les autres ouvriers poursuivirent de leurs railleries cet appareil, qu'ils nommèrent par dérision la *lanterne magique;* et ils refusèrent de s'en servir.

Il ne reste donc d'autre ressource qu'une ventilation énergique pour enlever les vapeurs toxiques; et, pour cette raison, on doit ne se livrer à l'industrie du sulfure de carbone que dans les grands ateliers bien aérés, et l'exclure du travail en chambre.

Je laisse de côté la fabrication des produits chimiques, qui est une industrie toute spéciale, réunissant plusieurs causes d'insalubrité, et qui mériterait à elle seule une étude à part.

J'arrive aux poussières irritantes.

Elles peuvent se diviser en deux groupes : celles qui ne fondent pas dans les liquides du corps, et qui par conséquent s'accumulent dans les poumons et les obstruent; et celles qui, pouvant se dissoudre, n'ont qu'un effet passager et ne produisent pas des désordres irrémédiables. Le premier groupe comprend les poussières charbonneuses et siliceuses; le deuxième groupe, toutes les autres.

L'accumulation des poussières charbonneuses dans les vésicules pulmonaires, qui sont en ce moment projetées sous vos yeux, produit chez les mineurs de houille, les charbonniers, les fondeurs en cuivre, une maladie désignée sous le nom d'*anthracosis*, qui se termine souvent par la mort. Le poumon des victimes de cet accident ressemble à un morceau de charbon de terre que l'on coupe en tranches.

Comme hygiène individuelle, signalons l'emploi des masques ouatés, qui a donné d'excellents résultats dans quelques mines de Belgique où l'on a pu les faire adopter.

Comme hygiène générale, le docteur Manouvriez (de Valenciennes) a signalé depuis longtemps les bons effets des projections d'eau en pluie, pour faire tomber les poussières charbonneuses dans la fabrication des agglomérés de houille et de brai.

Comme substitution de substance inoffensive, mentionnons l'adoption de la fécule et du talc qui ont remplacé le charbon comme *poncif* interposé entre le moule et le métal en fusion.

Les poussières siliceuses se produisent surtout dans la fabrication et le *repiquage* ou le *rhabillage* des meules de moulins. Elles s'accumulent dans les bronches, qu'elles déchirent, et produisent une toux des plus pénibles, avec dépérissement et perte des forces. Quelquefois il survient une inflammation éliminatoire avec expectoration d'amas de poussières siliceuses, d'acier et de membranes bronchiques; il en résulte un soulagement momentané. Mais les accidents se reproduisent, les ouvriers désertent les ateliers et vont achever dans le marasme une existence que termine une mort prématurée. Les victimes de cette *maladie de saint Roch* ne durent guère plus de huit à dix ans dans l'exercice de leurs fonctions.

En outre, ces poussières qui s'accumulent dans le gosier produisent une soif incessante et conduisent l'ouvrier à l'ivrognerie. Les salaires passent au cabaret, et les ouvriers meurent en laissant des dettes, des femmes misérables, des enfants chétifs.

M. Mercier, de la Ferté-sous-Jouarre, fabricant de petits

moulins et travaillant lui-même ses meules, a imaginé un voile préservatif excellent, en tissu très fin de soie jaune, qu'on adapte aux lunettes protégeant les yeux, très peu gênant, très peu coûteux. Il s'en sert avec le plus grand succès ; il le préconise depuis 1870 et même avant. Mais la routine est telle, qu'il n'a pu faire adopter cet appareil qu'à 20 ou 25 ouvriers. Tous les autres le raillent et meurent des poussières dont ils ne veulent pas se préserver.

Il faut ranger dans les poussières siliceuses celles des fabriques de porcelaine. A Charenton, à Saint-Maurice, à Montreuil, près Paris, à Sarreguemines, les ouvriers porcelainiers meurent très fréquemment de la phtisie pulmonaire, n'atteignent que l'âge moyen de quarante-quatre ans et demi et dépassent rarement cinquante ans. Ici encore, il faudrait un voile protecteur.

Les poussières de plâtre paraissent, au contraire, inoffensives, et même, d'après le docteur Burq, hygiéniques; il serait tenté de leur attribuer une action salutaire dans la phtisie pulmonaire. En tout cas, les ouvriers reconnaissent qu'elles sont *douces*, et ils les crachent facilement.

Elles ont seulement l'inconvénient de toutes les poussières : elles provoquent la soif; et cette soif, on ne l'étanche pas toujours avec de l'eau pure.

Pour les professions musculaires, je résumerai brièvement leurs dangers, que vous comprendrez facilement d'après les dessins projetés sous vos yeux.

Le travail prématuré, chez les enfants, entrave ou dévie l'accroissement du squelette; les efforts peuvent amener des ruptures musculaires ou tendineuses (courbature, crampes, *coup de fouet*), parfois même des ruptures de varices suivies d'accidents mortels. Parmi les attitudes forcées, je vous signale la station debout, qui, prolongée, amène des varices et des ulcères consécutifs. Notons encore le travail des scieurs de marbre, qui porte son influence sur la colonne vertébrale et la moelle épinière et les fait mourir avant cinquante ans. Enfin les efforts produisent encore les anévrismes, dont la rupture est suivie d'une hémorragie foudroyante, et les hernies, cette infirmité aussi commune qu'incurable, entraînant parfois la mort, constituant toujours une servitude déplorable et un danger permanent.

Un mot, pour terminer, sur la machine à coudre.

Lorsqu'elle fit son apparition, il y a une trentaine d'années, elle excita un enthousiasme universel. C'était, disait le docteur Gartner, de New-York, l'émancipation de la femme au point de vue du travail mécanique. Mais bientôt arrivèrent les critiques. Vernois en 1862, Guibout en 1866, Fournier à la même époque, formulèrent contre la machine à coudre des accusations dont quelques-unes avaient une extrême gravité. Cette question fut reprise par M. le docteur Decaisne, qui, de 1867 à 1869, fit une enquête très attentive et très approfondie sur 661 femmes travaillant à la machine. Ce travail, présenté en 1870 au jugement de l'Académie des sciences, se termine par des conclusions très consolantes et qui me paraissent très justes. La machine à coudre ne produit ni troubles digestifs, ni troubles respiratoires, ni troubles nerveux que l'on ne retrouve au même degré dans d'autres industries. Seulement, lorsqu'on y travaille avec excès, douze, quatorze, seize et même dix-huit heures par jour, il y a là une fatigue musculaire bien naturelle et que tout autre exercice des jambes (la marche, la danse, le saut) produirait au même degré.

A ce travail excessif, nous pouvons apporter un remède, ce sont es moteurs mécaniques. Nous avons déjà vu les machines affranchir l'homme des dangers de plusieurs industries insalubres; ici encore elles nous rendront les mêmes services. Déjà plusieurs grandes maisons de confections d'habits ou de chaussures actionnent leurs machines à coudre à l'aide d'une machine à vapeur, ou à gaz, ou d'un moteur électrique. Qu'on trouve un moteur économique pour les ouvrières en chambre, soit à demeure, soit par la distribution d'une force motrice à domicile, et le problème hygiénique sera résolu.

HECTOR GEORGES.

CORRESPONDANCE

Les programmes relatifs à l'enseignement de la zoologie dans les lycées.

Au milieu des considérations pratiques ou philosophiques par lesquelles on cherche soit à attaquer soit à défendre les programmes relatifs à l'enseignement de la zoologie dans les lycées, on néglige d'indiquer certains *points plus* modestes, dont quelques-uns ont été déjà signalés par M. Bonnier et qui nous paraissent rendre indispensable la revision des programmes. Je vous demande la permission de les réunir ici, afin que la discussion ne s'égare pas et que l'on puisse voir nettement ce que la situation commande.

Nous sommes tous d'accord que l'enseignement des sciences naturelles ne doit pas être réduit à l'appareil rebutant de classifications auxquel on l'aurait, dit-on, borné jadis; nous désirons avant tout qu'il laisse dans l'esprit des jeunes gens des idées et des faits au lieu de mots. A cet égard, les trois programmes des classes de huitième, de cinquième et de philosophie sont pleins de bonnes intentions. Ce n'est pas que nous trouvions bien heureuse la dénomination de *zoologie anecdotique* dont on aime à se servir en désignant l'enseignement des classes de huitième et de cinquième. Il y a mieux à faire, surtout en cinquième. L'anecdote ne peut être utile que si elle met en relief quelque trait essentiel à connaître de la vie de l'animal; il est indispensable qu'elle fasse partie d'un plan d'ensemble, que même l'élève de cinquième ne termine pas son année classique sans avoir une idée générale du règne animal, et qu'il ne puisse en rien comparer l'enseignement qui lui aura été donné à un recueil de faits divers.

Ce n'est pas non plus que nous approuvions en quoi que ce le dédain affecté des classifications que certains biologistes considèrent actuellement comme de bon ton. Quiconque a suivi avec quelque peu d'attention le mouvement zoologique qui s'est accompli durant les trente dernières

années sait combien est aujourd'hui simplifié tout l'appareil destiné à représenter les rapports réciproques des animaux ou même leurs rapports avec les conditions extérieures, et combien il est aisé de mettre en relief ces rapports désormais bien établis. En se pénétrant davantage, non de la lettre, mais de l'esprit des classifications, il eût été facile, croyons-nous, de dresser un programme qui eût été une image saisissante du règne animal; il eût été facile, en tout cas, de mettre plus d'ordre dans le programme adopté et de ne pas commettre certains oublis sur lesquels nous allons avoir à revenir. En admettant même que l'on cède à cette peur, quelque peu étrange, de ce qu'on a appelé la *méthode naturelle,* il ne doit pas être défendu tout au moins de disposer les faits dans l'ordre logique dont elle est l'expression.

A ces divers points de vue, nous ne serions pas tout à fait d'accord avec M. Georges Pouchet; cela ne nous empêche pas de reconnaître que les programmes de huitième et de cinquième sont réellement intéressants, et que celui de philosophie est la première tentative faite pour affirmer qu'en sortant du collège, le jeune homme doit avoir des notions assez étendues sur les phénomènes physiologiques qui s'accomplissent en nous, et savoir au moins qu'il est de grandes questions soulevées par l'étude des êtres vivants, questions que notre siècle a eu le courage d'aborder résolument. On s'étonne qu'une telle proposition ait pu être contestée, car c'est précisément pour y puiser cette culture générale que l'on va au collège; sans cela on se bornerait à l'école primaire. Mais pourquoi faut-il qu'à chaque pas, sans doute en raison de quelque idée préconçue du rédacteur, le programme paraisse trahir une telle inexpérience de la zoologie qu'il n'est pas un professeur quelque peu instruit qui ne soit immédiatement mis en défiance contre lui?

Ce sont tantôt des erreurs matérielles incontestables, tantôt des transpositions de groupes zoologiques que rien ne saurait expliquer, tantôt d'étranges énoncés de questions, ou bien l'emploi de termes et la conservation de divisions depuis longtemps surannées. Je n'ai pas à me préoccuper des explications qu'on a pu donner de cette singulière rédaction du programme de zoologie. Ce qu'il y a de certain, c'est que le plan général de ce programme fût-il meilleur encore, il n'en faudrait pas moins, pour l'honneur de l'Université et du Conseil supérieur de l'instruction publique, laisser subsister les nombreuses défectuosités de détail qu'il contient.

Nos programmes doivent être clairs, précis et ne jamais détourner les mots de leur signification scientifique, sous prétexte de rendre la science plus abordable. Or voici ce qu'on y trouve.

Erreurs matérielles. — En huitième, la limace est indiquée comme un animal sans coquille; les limaces proprement dites ont toutes une coquille, et chez les arions, que le programme a sans doute en vue, cette coquille est encore nettement représentée par des concrétions pierreuses. Avec la précision actuelle du langage scientifique, il n'est pas permis à un programme de prêter à une équivoque.

En cinquième, nous trouvons les reptiles ainsi énumérés : *Tortues; crocodiles et lézards; serpents.*

On doit en conclure à une parenté intime entre les crocodiles et les lézards; or ces deux groupes sont beaucoup plus différents l'un de l'autre que ne le sont les tortues et les lézards, les lézards et les serpents.

Parmi les insectes, un autre paragraphe est ainsi conçu : *Insectes suceurs; pucerons; phylloxera; punaise; cochenille : carmin ; galles des arbres.*

Sans parler de ce que présente de bizarre une phrase qui expose à faire prendre le carmin et les galles des arbres pour des insectes suceurs, on ne peut guère éviter cette conclusion que les galles des arbres sont produites par la succion d'un insecte se nourrissant de sève; or les galles résultent de la piqûre faite aux feuilles ou aux jeunes branches par la tarière abdominale des femelles des cynips au moment où elles déposent leurs œufs; cette tarière correspond à l'aiguillon des abeilles et se trouve par conséquent tout à fait à l'opposé de la bouche. L'erreur est d'autant plus à craindre que cette dénomination d'*insectes suceurs* n'est pas prise comme indication d'un groupe méthodique, mais opposée à celles-ci : *insectes lumineux, insectes chanteurs.*

Il est vrai que l'on trouve comme titres des paragraphes suivants : *papillons, petits papillons, coléoptères,* et que le rédacteur mélange ainsi, sans aucun souci de l'ordre, les groupes artificiels que lui suggèrent les points de vue variés auxquels il se place et les groupes naturels; mais ces confusions nouvelles ne rendent que plus nécessaire une autre rédaction.

Les deux paragraphes qui suivent celui qui est consacré aux coléoptères sont ainsi conçus :

Fourmis, mœurs; termites, éphémères.

Abeilles : la ruche, le miel, la cire. Pourquoi. les termites et les éphémères arrivent-ils ainsi entre les fourmis et les abeilles avec qui ils n'ont aucune affinité? Que les fourmis eussent appelé l'idée des termites, puis celle des abeilles et que tous ces animaux aient été l'objet d'un paragraphe d'*insectes sociaux,* faisant suite à ceux des insectes suceurs et autres, on l'aurait compris; mais que viennent faire les éphémères en cette galère? Décidément un peu plus de classification n'aurait pas été de trop pour rétablir l'ordre.

L'horreur des classifications empêche le programme de prononcer le mot *arachnides.* Pourquoi une semblable proscription quand la même horreur n'a pas fait aussi proscrire le nom plus barbare cependant des *coléoptères,* qui seul surnage de tous ceux des ordres d'insectes, parmi lesquels n'a pas même trouvé grâce le nom cependant bien connu des lépidoptères? Nous l'ignorons, et cependant il fallait que le rédacteur du programme eût de bien graves raisons de ne pas employer le mot arachnides, car cette suppression lui cause toutes sortes d'embarras.

Les arachnides n'existant plus, le programme y substitue le mot *araignées,* imprimé en italique, comme le mot *crustacés,* et devant, en conséquence, avoir une valeur analogue; il en résulte que les *scorpions* se trouvent être des *araignées !*

Il devient, d'autre part, impossible de désigner nettement

les arachnides parasites, qui sont sans doute comprises dans le paragraphe bizarre que voici :

Animal de la gale; animaux parasites; mites du fromage.

Il y a beaucoup d'*animaux parasites* : les crustacés, presque tous les helminthes; faudra-t-il en parler à propos des arachnides, et pourquoi là plutôt qu'ailleurs? Il eût été bien plus simple d'écrire dans le programme le mot *acarus* que tout le monde connaît, et de ne pas s'embarrasser dans un ostracisme vraiment enfantin des noms ayant une apparence scientifique, et de ceux même que le langage vulgaire a adoptés.

Pour les mollusques, nous trouvons à propos de l'escargot les mots : *Escargot : anatomie sommaire, poumon, coquille, opercule.*

L'opercule est un organe hautement caractéristique des mollusques gastéropodes et qui fait partie de leur plan d'organisation presque au même degré que la coquille; *il manque précisément aux escargots.* Voudra-t-on dire qu'on a entendu désigner par là la concrétion à l'aide de laquelle les escargots bouchent leur coquille en certains cas? Mais le mot opercule a un sens scientifique très net, adopté par tous les anatomistes et connu même des personnes qui ne font pas des sciences naturelles une étude particulière; de quel droit le programme vient-il le détourner de son sens? Si, contre toute apparence, on voulait attribuer à la concrétion des escargots, dont nous venons de parler, une importance égale à celle du poumon et de la coquille, il fallait lui laisser son nom d'*épiphragme* ou, ce qui valait infiniment mieux, n'en pas parler du tout, car, contrairement à ce qui est de l'opercule, l'existence d'un épiphragme est, dans le type des mollusques, un accident physiologique tout à fait insignifiant.

Mais poursuivons.

Qui nous expliquera pourquoi, dans l'embranchement des vers, les ténias viennent s'intercaler entre les ascarides et leurs voisines les trichines? Quel mal y aurait-il eu à laisser à côté les uns des autres les êtres qui se ressemblent?

Pourquoi les oursins et les étoiles de mer ont-ils une *apparence* rayonnée? Est-ce que leurs organes internes ne seraient pas rayonnés comme leur corps?

Qu'ont fait au programme de philosophie, parmi ces mêmes rayonnés, les échinodermes pour être rangés à côté des protozoaires, parmi les *types moins bien définis*, tandis que les cœlentérés sont rangés parmi les *types nettement définis?*

C'est sans doute ce qu'on ne saura jamais. Rien n'est mieux délimité que les types de *tuniciers* et des *échinodermes*, rien ne l'est moins bien que celui des *cœlentérés*. Et le paragraphe qui consacre cette étonnante répartition des types suit immédiatement celui qui a pour titre *classification naturelle!*

Le programme fait du reste si bon marché de cette classification qu'après avoir énuméré un certain nombre de types importants à connaître, il met sur le même rang que ces types les *organismes microscopiques*, comme si la taille importait ici. Faudrait-il donc traiter des rotifères, des anguillules et d'une foule d'autres petits animaux en même temps que des *infusoires* et des *microbes?* Évidemment non; mais Ehrenberg cependant réunissait autrefois tous ces animaux en un seul groupe et on eût évité de paraître revenir plus d'un demi-siècle en arrière, en reprenant tout simplement, malgré l'anathème aux classifications, le mot de protozoaires qu'il a bien fallu, malgré tout, écrire quelques lignes plus haut.

Au reste à la partie générale du programme de la classe de philosophie, nous ne reprocherons guère que ce même manque d'ordre, de méthode et d'idées générales coordonnées que nous venons de signaler dans les deux autres. Les questions arrivent pêle-mêle, sans qu'on se soit soucié en rien de leur enchaînement réciproque. C'était bien la peine, par exemple, que dans un livre demeuré populaire M. de Quatrefages se fût efforcé de montrer les liens étroits qui unissent la *reproduction par scission* ou *par bourgeonnement des animaux* avec la formation des colonies, les générations alternantes, l'accroissement et le développement des animaux pour que le programme reproduise ces questions comme si le terrain n'avait jamais été défriché!

Omissions. — Ce chapitre serait long si l'on voulait. Mais en somme, tout ne pouvant pas être enseigné, il serait oiseux de discuter dans un grand nombre de cas les préférences accordées par le programme à un type plutôt qu'à un autre. Il n'en est pas de même quand l'omission porte sur des types de la plus haute importance. Les marsupiaux, associés aux monotrèmes, forment presque à eux seuls la faune indigène des mammifères d'Australie; ce sont les plus anciens mammifères; le programme n'en dit pas un mot. — Les lémuriens sont le trait caractéristique de la faune de Madagascar; ils prennent depuis quelque temps une haute importance en paléontologie, ils sont omis comme les marsupiaux.

Du reste ils sont en nombreuse compagnie dans le « salon des refusés » : les rhinocéros, les tapirs, les *porcs*, les hippopotames, les *chameaux*, les girafes sont des animaux qu'il, nous semble, est utile de connaître. La faculté d'en parler ou de n'en rien dire ne pouvait être laissée à chaque professeur. Les autres énumérations du programme sont aussi fantaisistes que possible : pourquoi citer les grues, les marabouts, les cigognes et non les bécasses et les vanneaux; nommer les moineaux, les hirondelles et omettre totalement les oiseaux chanteurs; désigner à l'attention, parmi les grimpeurs, les perroquets que l'on met souvent à part, et non les coucous et les pics qui font essentiellement partie de cet ordre? Parmi les palmipèdes, les pingouins et les manchots aux ailes rudimentaires méritaient bien une mention à côté des mouettes et des pélicans et peut-être eût-il été bon de signaler aux maîtres du nouvel enseignement le strigops et l'apteryx qui vont disparaître, le dronte et l'æpyornis éteints depuis la période historique seulement. Ne pensez-vous pas aussi que le turbot, la barbue, la sole devaient valoir aux *poissons plats* l'honneur d'une mention?

Parmi les insectes ne faut-il pas regretter l'absence dans le programme des crabes, des coléoptères aquatiques, des nécrophores, des cantharides, des coléoptères xylophages si redoutables aux forêts, de la curieuse courtilière, du criquet voyageur (à moins que le programme ne l'appelle *sauterelle*

au détriment de notre *sauterelle verte*), du fourmi-lion, des taons, des œstres qui tourmentent nos bœufs, de la mouche tsé-tsé qui barre à elle seule l'Afrique centrale à nos bestiaux, des poux, des puces, etc.? Et pourquoi passer sous silence la classe tout entière des myriapodes?

Le programme, direz-vous, donne seulement des indications ; mais vos indications doivent être complètes et raisonnées ou elles ne servent à rien, et quand elles sont suffisamment incomplètes pour laisser passer entre leurs mailles tous les noms que je viens de citer, je me demande à quoi elles servent.

J'ajouterai seulement quelques autres observations relativement à l'ordre adopté et à certaines expressions employées. Pourquoi dans la classe de huitième, après avoir énuméré les principaux types, reprendre à part les vertébrés, et, dans cette énumération séparer les vers de terre, *annelés* par excellence, des « animaux à corps pourvu d'anneaux » ? Pourquoi, en cinquième, opposer l'une à l'autre les dénominations de *vertébrés* et *d'invertébrés,* comme s'il existait un groupe naturel des invertébrés, comme si les vertébrés formaient une division du règne animal équivalente à toutes les autres, comme si l'idée des types organiques, introduite dans la science par Cuvier, était encore contestée? Pourquoi consacrer un paragraphe à *ce qu'on entend par unité de plan de composition ?* Cette rédaction n'entraînera-t-elle pas quelques professeurs encore inexpérimentés à penser que la théorie de l'unité de plan de composition du règne animal est encore soutenable à la façon dont Geoffroy Saint-Hilaire l'entendait?

Voilà ce qui mériterait, je crois, d'être soigneusement étudié et corrigé. Nos programmes officiels sont comme la femme de César, on ne doit pas les soupçonner : il est important qu'il ne s'y glisse aucune trace de précipitation. La réforme de l'éducation nationale d'un grand pays demande qu'on cherche à atteindre la perfection même dans les détails.

EDMOND PERRIER.

Du service de trois ans et la profession médicale.

La Chambre, incessamment, devra trancher la question si débattue du service obligatoire. Deux opinions sont encore en présence. Les tendances nouvelles, l'exemple donné par d'autres nations, d'autres raisons encore assurent la majorité à celle qui demande la réduction du service militaire à trois années, avec obligation pour tous les citoyens de payer en personne leur dette à la patrie.

Les défenseurs du service de cinq ans se font de plus en rares. Je ne veux pas entrer dans la discussion de ces deux thèses opposées, en me bornant à dire qu'il me semblait que toutes les personnes qui se préoccupent de la conservation de l'espèce et de la nationalité sont les adversaires résolus d'un service militaire de longue durée.

Je suppose le service de trois ans adopté et vais chercher à me rendre compte des conséquences de son application sur le recrutement du personnel médical en France; autrement dit, chercher les modifications qui pourront se produire dans la profession médicale, non seulement au point de vue militaire, mais aussi de la carrière civile.

Cette enquête serait peut-être bonne à faire pour toutes les corporations. Mais ces investigations demandent à être conduites avec la plus grande impartialité. En agissant ainsi, on peut juger la situation sans s'exposer à aventurer des assertions vagues ou faire des prophéties trompeuses.

Je vais étudier les effets probables de la loi sous deux points de vue : 1° dans les rapports de la profession médicale avec le service militaire; 2° quelles sont les modifications qui peuvent se produire dans les conditions d'existence de la médecine publique.

Ces deux propositions sont extrêmement importantes. Si, d'une part, le premier devoir d'une nation est de se défendre et de se perpétuer, il ne lui est pas moins impérieusement recommandé de conserver dans un état de développement suffisant toutes les professions indispensables au mécanisme de son organisme social; et la profession médicale est une de celles qui ne peuvent être amoindries sans danger.

Comme tout Français, le médecin doit payer sa dette à la patrie. D'un autre côté, la nation a intérêt à ce que la dette de chacun soit payée dans la forme qui est le plus profitable à la société.

La profession médicale a ceci de particulier, qui lui est jusqu'à un certain point spécial : c'est que, si pendant la paix elle est nécessaire, elle est indispensable pendant la guerre. Par suite, il est du plus grand intérêt pour l'État d'utiliser, comme médecins militaires, les médecins civils. Il y aura certes plus de profit à agir ainsi que de les verser d'après les hasards du tirage au sort dans un régiment quelconque. Pour bien faire comprendre l'importance de la question et la nécessité de préparer un recrutement médical parfait pour la guerre, j'indiquerai sommairement le nombre de médecins strictement nécessaires aux armées en campagnes, telles que la France doit en posséder. Ce sont, je le répète, des chiffres minima; en deçà, il y a pénurie, c'est-à-dire service mal fait, désastre, malgré les plus beaux dévouements des personnels employés. Quoi qu'on dise, le nombre ne peut être suppléé par le zèle.

La nouvelle loi sur le service de santé, accordant 1300 médecins, peut paraître libérale à quelques personnes ; en réalité, elle est extrêmement parcimonieuse. Avec ce nombre, le service de paix n'est pas suffisamment assuré; il faudra l'élever, si surtout on modifie les contingents de l'Algérie. Mais ce n'est pas là que gît la plus grande difficulté; le cadre, insuffisant en temps de paix, est absolument dérisoire pendant la guerre. Supposons seulement une armée de 500 000 hommes, la première en ligne. Pour le service actif de cette armée, il faut au minimum 2978 médecins. Comme on ne peut évidemment entretenir pendant la paix, pour des éventualités lointaines, un personnel si considérable, qui serait non seulement très coûteux, mais improductif, c'est dans le service de la réserve qu'il faut trouver de quoi combler le

déficit. C'est donc le personnel médical de réserve qu'il faut préparer et instruire.

Le service obligatoire de trois ans permet de réaliser dans toute sa plénitude l'organisation d'un bon service de réserve.

Actuellement, les médecins utilisables pour la guerre sont les médecins militaires retraités (territoriale), et les médecins de réserve, nommés aides-majors de réserve, pendant les années qu'ils restent dans cette catégorie. La majorité de ces médecins n'a aucune notion de service militaire, et jamais, jusqu'à présent, ils n'ont été appelés à faire leurs vingt-huit jours, ni même à suivre les manœuvres d'automne. Rien n'a été jusqu'ici organisé dans ce but. Les seuls réservistes docteurs qui aient quelques connaissances de la question sont les jeunes gens qui ont passé par le volontariat, et encore, et seulement quelques-uns.

Il faut absolument remédier à cet état de choses.

Ensuite, l'emploi de médecin de réserve n'est pas le seul qui soit demandé au personnel médical. L'aide-major de réserve est chargé d'un service, il a sous ses ordres d'autres fonctions occupées par un personnel initié dans une certaine mesure aux connaissances médicales; les infirmiers de visite, jeunes gens qui remplissent dans les hôpitaux militaires le rôle des externes et internes des hôpitaux civils. Ce dernier rouage est extrêmement important, il exige un nombre considérable de sujets.

Actuellement, une grande partie des infirmiers de visite est fournie par les élèves en médecine et en pharmacie, qui n'ont pu être engagés conditionnels d'un an et ont subi le sort. Cette situation d'infirmier de visite est très recherchée par les travailleurs, elle permet à ceux qui sont dans les villes où se trouvent des écoles de suivre les cours nécessaires, de passer des examens, et beaucoup quittent le service avec leurs diplômes scientifiques. Les moins favorisés peuvent travailler facilement, entretenir leurs connaissances; ils ne perdent pas leur temps, car ils voient des malades. Tous, en un mot, peuvent utiliser pour leur instruction les années qu'ils passent à l'armée.

Durant leur année de service les conditionnels, après avoir pendant plusieurs mois appris le maniement du fusil, sont mis à la disposition du médecin en chef de l'hôpital près duquel ils sont, pour être disséminés dans les services médicaux. Ces jeunes gens sont souvent très utiles, surtout les plus avancés dans leurs études. Mais, trop nombreux dans le même établissement, ils ne peuvent profiter également des ressources scientifiques et cliniques mises à leur disposition. Le volontariat tel qu'il est est condamné pour les médecins.

Le nombre des infirmiers de visite est considérable. Rien que pour le service des ambulances, il en faut 34 par corps, soit 646 pour 19 corps. Et cette composition est celle prévue par les anciens errements administratifs, il y aura plutôt à augmenter qu'à diminuer ce personnel. Reste à pourvoir les postes d'évacuation, les hôpitaux, etc. On comprend de suite que c'est par mille que l'on doit compter seulement pour une seule armée. Ces indications suffisent pour montrer quelle énorme quantité de personnes s'occupant de médecine on doit préparer en vue d'un service de guerre réellement utile.

Actuellement, pour le service de paix, on trouve assez difficilement un personnel d'infirmiers de visite suffisant; mais on y arrive. En temps de guerre ce serait impossible, les jeunes volontaires sont docteurs et aides-majors.

En faisant passer par le service médical tous les étudiants en médecine, on assure largement le service de paix, et l'on prépare le service de guerre.

Il y a peut-être à se demander si le nombre des étudiants ne serait pas trop élevé pour les besoins du recrutement des infirmiers de visite. C'est possible, mais il y a lieu de régler tout d'abord ce mode de recrutement. Il ne suffit pas de dire, pour être admis, que l'on est étudiant : il faut donner la preuve que l'on est sérieusement engagé dans la carrière médicale. Généralement à vingt ans, les étudiants en médecine ont un certain nombre d'inscriptions qui témoignent de la réalité de la profession choisie. Il suffira d'exiger la possession de huit inscriptions au moins pour être admis infirmier de visite.

Le ministre pourrait autoriser le devancement d'appel à dix-huit ans, aux possesseurs de ces huit inscriptions. De même il pourrait accorder des sursis d'arrivée, quand la demande en serait justifiée. Le recrutement se ferait entre les deux limites extrêmes, dix-huit et vingt-deux ans.

Réunis en compagnie, ces jeunes gens obtiendraient, comme leurs camarades de l'armée, les grades de *caporal, sergent, adjudant*. Récompenses de leur bonne conduite ou des services rendus, les emplois variant avec les grades. Après deux ans de service, ceux d'entre eux qui seraient possesseurs du diplôme de docteur pourraient être nommés aides-majors de l'armée active, en passant avec succès les examens de fin d'année du Val-de-Grâce.

Comme le nombre des recrues pourrait parfois être disproportionné avec les besoins du service, le ministre aurait le droit de décider que les plus anciens, et les meilleurs sujets, ayant fait preuve de capacité, seraient renvoyés dans leurs foyers avec des congés temporaires, restant à la disposition du ministre jusqu'à leur libération légale, le rappel ne pouvant avoir lieu que dans des circonstances graves. Ces facilités de devancement d'appel, de sursis, de congés permettront de régulariser le fonctionnement selon les besoins variables du service.

Cette organisation que j'indique comme possible, nécessaire même, rappelle dans un certain sens ce qui existait lorsqu'il y avait des chirurgiens sous-aides.

Le sous-aide était le maître Jacques de la chirurgie militaire, on a eu raison de supprimer cet emploi, sa situation était mal définie. Ce grade était un obstacle sérieux au bon recrutement du corps en obstruant l'entrée par des non-valeurs. De plus, les fonctions étaient trop disparates; le sous-aide était tantôt infirmier de visite, tantôt il était investi d'un service important. C'était toujours un sous-aide qui était en Afrique chef d'ambulance, quand les colonnes expéditionnaires n'avaient pas un grand effectif. La mortalité par le feu de l'ennemi était proportionnellement considérable parmi ces jeunes gens.

Le service défini et précis des infirmiers de visite actuels

peut être tenu avec intérêt et profit par de jeunes élèves, qui ne conserveront que temporairement ces fonctions très importantes, mais secondaires.

Ce que je viens de dire suffit à démontrer la facilité que l'on aurait, par l'adoption du service obligatoire, à recruter et préparer pendant la paix un personnel médical complet qui, pendant la guerre, serait apte à rendre les plus grands services.

Il reste la seconde question à résoudre : Quelles sont les modifications que la loi peut apporter dans le fonctionnement de la médecine civile ?

Il est de toute évidence que, lors même que la profession subirait quelques inconvénients, dès que l'intérêt général l'exige, elle doit les accepter sans se plaindre. Elle partage avec les autres professions les charges communes. Éprouvera-t-elle des dommages? C'est ce que l'on peut se demander.

Jetons un coup d'œil sur la manière dont se fait le recrutement de la médecine civile.

Au sortir du collège, de seize à vingt ans, le futur médecin est obligé de suivre les cours d'une école de médecine secondaire ou de faculté. Pour que les inscriptions soient complètes et les examens terminés, il faut compter cinq années d'étude. A vingt-deux ou vingt-trois ans au minimum, un jeune homme peut être possesseur de son titre et venir exercer dans une localité quelconque. A vrai dire, à cet âge le médecin n'inspire qu'une confiance relative, et généralement, à moins de circonstances exceptionnelles, influence de famille, pénurie de médecins, les années se succèdent sans grand profit pour la bourse du praticien. Il y a forcément de longs mois à peu près perdus pour l'exercice lucratif et utile de la profession.

Il n'y a donc pratiquement aucun inconvénient à ce que la carrière publique du médecin commence un peu plus tard. Généralement, en France, on a la mauvaise coutume de se hâter de s'emparer des fonctions, sans trop se préoccuper de savoir si les titulaires sont bien préparés à les remplir. On regarde volontiers la période des études préliminaires comme du temps perdu.

On peut diviser les étudiants en trois catégories : les travailleurs énergiques, les simples travailleurs, et enfin ceux qui sont le contraire.

Les premiers, qui sont les compétiteurs empressés des places d'externes et d'internes des hôpitaux, forment l'élite de cette jeunesse studieuse; ce sont les hommes de l'avenir, les futurs professeurs, etc. Mais ceux-là précisément ne se hâtent pas de terminer leurs études, ils comprennent que la véritable manière d'aller loin, c'est d'assurer sa carrière par de solides connaissances. Ils ne prennent le grade de docteur qu'après avoir épuisé toutes les ressources d'instruction. Ces jeunes gens, passant par le service militaire, n'y resteront pas longtemps, ; ils auront vite conquis des positions spéciales et mérité des congés temporaires.

Ils auront profité de ce stage pour connaître une catégorie de malades que l'on ne rencontre pas dans les établissements civils. Ils s'assimileront ce qu'il est utile de savoir du fonctionnement médical des armées. Ils seront des médecins de réserve précieux.

La seconde catégorie des étudiants se compose des jeunes gens qui, pour divers motifs, ont hâte d'en finir et d'aller le plus promptement possible s'établir dans une localité de leur choix. Ils travaillent en vue des examens, et par suite le travail est incomplet; c'est la mémoire qui fonctionne, au lieu du raisonnement.

A cette catégorie, le passage dans l'armée ne peut qu'être profitable. Ces jeunes gens verront des malades, feront des pansements. Malgré les plus grands efforts faits par les professeurs des écoles pour forcer les étudiants à passer par le service des hôpitaux, on n'est pas encore arrivé à des résultats complètement satisfaisants; dans certaines facultés, les élèves sont trop nombreux. En un mot, il arrive encore trop souvent qu'un jeune docteur ne connaît que théoriquement les malades.

Tout jeune homme ayant un zèle moyen, une aptitude ordinaire, bénéficiera forcément de l'obligation où il sera de recueillir des observations, de suivre les maladies pendant la période de service militaire.

Enfin la troisième catégorie d'étudiants, qui devient heureusement très rare, ces temporisateurs qui mettent de nombreuses années à attraper subrepticement de loin en loin un examen, et finalement arrivent au doctorat, auront tout à gagner en passant par l'armée.

C'est peut-être cette nécessité qui fera disparaître absolument la catégorie des retardataires. D'abord ils ont dû prendre leurs huit inscriptions, pour entrer dans l'armée au titre médical; pendant leur vie militaire, ils auront malgré eux acquis certaines connaissances pratiques qui, s'inculquant dans leur esprit, leur seront d'un grand secours pour leurs examens d'abord, pour leur pratique plus tard, quand ils seront aux prises avec la clientèle.

Si les considérations auxquelles je viens de donner quelques développements sont vraies, je crois qu'il est difficile de les contredire; l'adoption du service de trois ans, loin d'être une gêne, une cause de perturbation pour le bon recrutement de la médecine civile, sera une bonne loi qui forcera les générations nouvelles à connaître les côtés pratiques de la profession, les détails intimes, en apparence vulgaires, qui ont une si grande importance.

La confiance des clients aux médecins qui auront le mieux profité de ces enseignements nouveaux sera considérablement augmentée.

Cette loi, si utile pour le recrutement du service militaire en temps de paix, sera, nous l'avons démontré, féconde en temps de guerre. Tout le personnel médical de France connaîtra suffisamment et par expérience les devoirs que la médecine des armées impose. Et si jamais nos légions se lèvent pour la défense de la patrie, elles sauront qu'elles ont un personnel médical instruit, nombreux, qui pourra sans hésitation ni défaillance subvenir aux durs travaux des jours de bataille, aux difficultés des évacuations, et dans les hôpitaux appliquera avec maturité les préceptes scientifiques.

Ces fonctions nouvelles augmenteront les liens de bonne

confraternité entre les médecins. Appelés tous à remplir leurs obligations envers la patrie, à servir la France, les uns le feront temporairement, les autres feront leur carrière définitive de la médecine des armées.

Les médecins de l'armée active seront les tuteurs de leurs confrères de la réserve, leurs guides; ils seront particulièrement destinés à veiller aux grandes lignes du service, prévenir ses besoins, s'occuper du côté légal et administratif; leurs collaborateurs de la réserve ne seront plus des inconnus, des étrangers, car tous auront passé par les mêmes épreuves. Et les relations que l'on contracte au début d'une carrière commune imposent des souvenirs qui servent beaucoup à resserrer entre les membres l'esprit de corps et la discipline.

ALIX.

REVUE DE STATISTIQUE

Nous diviserons cette courte revue en deux parties : la *partie française* et la *partie étrangère,* avec le vif regret de ne pouvoir donner à chacune d'elles les développements que justifieraient le nombre et la valeur des documents placés sous nos yeux.

I.

STATISTIQUE FRANÇAISE.

Ministère de la justice. — Le dernier compte rendu de la justice criminelle (nous négligeons, pour cette fois, la justice civile) remonte à 1879. Les faits marchent si rapidement en France, que nous sommes tentés de trouver cette date un peu ancienne. Mais nous serons largement dédommagés lorsque nous recevrons, sous peu, le magnifique rapport, attendu depuis quelques années, sur le mouvement de la criminalité, de 1825, date du premier document officiel, à 1880. Quel vaste champ d'observations pour le philosophe, le moraliste et l'homme d'État ! Le compte rendu de 1879 est rassurant : il constate une diminution continue des accusations soumises aux cours d'assises de 1875 (3736) à 1878 (3368), avec une légère recrudescence en 1879 (3427). Ces accusations ne portent, comme on sait, que sur les crimes poursuivis, mais non sur le total des crimes dénoncés à la justice, et poursuivis ou non, total dont nous ne connaissons pas la part dans les 371 947 *dénonciations, plaintes ou procès-verbaux,* dont la justice a été saisie en 1879. Des 3388 accusés jugés et condamnés contradictoirement, 1710, ou 50 pour cent, étaient des récidivistes. On s'inquiète du nombre toujours croissant de ces derniers; mais n'est-il pas préférable de voir diminuer le nombre des *nouveaux* criminels? Le nombre des affaires correctionnelles a oscillé de 1875 à 1879, pour rester à peu près stationnaire (167 214 en 1875 et 167 147 en 1879). Sur 196 056 prévenus jugés, 40 pour 100 étaient des récidivistes. On a constaté 10 735 accidents mortels et 6496 suicides (6434 en 1878). Le nombre des suicides est constamment ascendant.

Ministère de l'intérieur. — L'analogie des matières nous conduit à analyser la statistique des prisons civiles pour 1878, date du dernier document officiel sur la matière. Ce document est très volumineux et exigerait un compte rendu spécial. Nous nous bornerons à dire qu'au 31 décembre 1878, l'effectif des détenus était de 56 204 (57 931 au 31 décembre 1877), dont 46 930 hommes et 9274 femmes. Le total des entrées a monté, en 1878, à 388 297, soit un total de 447 228 individus restés plus ou moins longtemps en prison, et sur lesquels il en est sorti 391 024 dans l'année. Le nombre moyen des détenus toute l'année, déduit de celui des journées de détentions (20 767 595), a été de 56 896 (58 332 en 1877).

Ce sont les femmes qui souffrent le plus de la détention, surtout de la détention prolongée, comme l'indique le tableau ci-après, calculé pour les maisons centrales et les pénitenciers agricoles (1878) :

	Rapport des entrées à l'infirmerie pour 100 détenus (population moyenne).	Rapport des journées d'infirmerie pour 100 journées de détention.	Durée moyenne du séjour à l'infirmerie (jours et fractions).	Décès pour 100 malades.	Décès pour 100 détenus moyens.
	—	—	—	—	—
Hommes. . .	0,17	3,57	21,86	6,74	3,62
Femmes. . .	0,15	4,11	25,10	9,91	4,22

Nous avons supposé, avec les auteurs du document officiel, que le rapport des âges a été le même pour les deux sexes. Il est évident que les proportions ci-dessus auraient été plus exactes, si on avait pu les calculer pour les mêmes âges. Mais les éléments de ce rapprochement nous ont manqué.

Le même ministère publie le mouvement des sociétés de secours mutuels. En 1878, on en comptait en France 6249, ayant un nombre total de 970 018 membres, dont 135 157 honoraires, c'est-à-dire acquittant la cotisation sans prendre part aux secours; 208 296 membres participants ont été secourus pour maladies ou infirmités temporaires, soit le quart de ces membres, et le nombre total des journées de maladie a monté à 3 981 433. On a constaté 12 778 décès, soit 1,53 pour 100 participants de tout âge et 6,13 pour 100 malades.

Les recettes ont été (France et Algérie) de 18 937 599 francs, dont 2 778 813 francs provenant de la subvention de l'État, des dons et legs et des cotisations des membres honoraires; les dépenses ont monté à 15 409 580 francs, soit un excédent des recettes de 3 528 019; il n'eût été que de 749 246 fr., si les participants n'avaient eu d'autres ressources que leurs cotisations, comme dans le plus grand nombre des autres pays.

Au 31 décembre 1879, document un peu ancien, les chemins vicinaux des trois catégories (de grande communications, d'intérêt commun, ordinaires) avaient les longueurs suivantes :

	A l'état d'entretien.	En construction.	En lacune.	Total.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Grande communication	100 910 692	688 821	2 039 251	103 638 684
Intérêt commun . . .	66 031 207	3 044 792	6 498 746	75 574 745
Ordinaires.	239 314 246	24 967 581	132 563 480	396 845 307

soit, en tout, 576 058 716 mètres ou 576 059 kilomètres, dont 406 256 kilomètres à l'état d'entretien.

Nous empruntons ces renseignements à un excellent album graphique de M. Anthoine, chef du service de la carte de France et du service graphique au ministère de l'intérieur, jeune ingénieur de l'École centrale, plein de mérite et de modestie, qui poursuit, avec autant d'énergie que de talent, un travail considérable et qui ne manque pas de difficultés.

Ministère des travaux publics. — La longueur totale des routes départementales était, au 31 décembre 1878, de 38 764 kilomètres, dont 38 547 à l'état d'entretien. Les travaux de toute nature (entretien, grosses réparations, lacunes ou rectifications) ont coûté, en 1878, 26 824 920 francs.

La longueur des routes nationales était, à la même date, de 37 280 kilomètres, dont 2577 pavés et 34 703 empierrés. Le total général des dépenses dans l'année a monté à 32 426 092 fr.

Au 31 décembre 1881, les chemins de fer d'*intérêt général* avaient une longueur de 25 273 kilomètres, dont 10 390 kilomètres pour l'ancien réseau, 10 387 pour le nouveau, 144 pour le réseau spécial, 3517 pour le réseau de l'État et 856 kilomètres appartenant à des compagnies diverses. La recette brute totale pour l'ensemble du réseau a été de 1 070 378 257 francs en 1881 (1 029 873 346 francs en 1880) et la recette kilométrique a varié comme suit pour les cinq catégories de chemins :

	1881.	1880.
	Francs.	Francs.
1re	76 151	75 256
2e	22 935	22 667
3e	49 993	51 151
4e	8 761	9 327
5e	17 796	16 757
Moyenne	43 899	44 168

Le réseau d'*intérêt local* avait, au 31 décembre 1880, une longueur de 2210 kilomètres, ayant coûté, à la même date, 372 241 390 francs. Les recettes ont été, en 1880, de 15 876 619 fr.; les dépenses de 12 102 355; le produit net de 3 774 264 fr.; soit, par kilomètre, une recette de 7496 francs, une dépense de 5714 francs et un produit net de 1782 francs.

Au 31 décembre 1878, on comptait 8229 kilomètres de fleuves et rivières, dont 1572 flottables et 6657 navigables; 560 kilomètres de canaux assimilés aux rivières, 2787 kilomètres de canaux et 299 kilomètres de rivières assimilées aux canaux ; en tout, 10 303 kilomètres de voies navigables et 1572 kilomètres de voies flottables.

Il a été transporté, en 1878, sur les voies navigables (descente et remonte réunies), 240 799 565 tonnes de marchandises de première classe (sucres, vins, céréales, métaux, soie, comestibles) ; 1 546 603 576 tonnes de marchandises de deuxième classe (métaux, minerais, houille, coke, bois, betteraves, drogueries); 104 156 333 mètres cubes de produits divers (troisième classe) ont emprunté la voie du flottage. Nous ne quitterons pas le ministère des travaux publics sans signaler les très remarquables atlas graphiques de M. l'ingénieur en chef Cheysson, directeur des cartes et plans. Ces atlas nous paraissent avoir épuisé toutes les combinaisons possibles des diagrammes et des cartogrammes destinés à rendre sensibles aux yeux l'état à un moment donné, ou état successif, de tous les faits qui peuvent être exprimés numériquement. Seulement, quelques-unes de ces combinaisons ne sont pas accessibles au plus grand nombre des lecteurs, et, à ce point de vue, M. Cheysson s'adresse peut-être un peu trop aux hommes spéciaux.

Ministère des finances. — La plus récente publication relative à notre commerce extérieur en fait connaître les résultats pour 1880. Cette année, la valeur du commerce *général* (entrepôt, transit, réexportation et admissions temporaires compris) est portée : pour l'importation, à 6113 millions; pour l'exportation, à 4612 millions. La valeur du commerce *spécial* (importations pour la consommation intérieure et exportation de produits français ou nationalisés), à 5033 millions pour les importations, à 3468 pour les exportations. On voit que les importations sont sensiblement supérieures aux exportations ; cette supériorité ne remonte qu'à un très petit nombre d'années ; c'était le fait contraire qui se produisait antérieurement. Il est assez difficile d'expliquer ce grave changement survenu dans nos transactions commerciales. Nos mauvaises récoltes des trois dernières années, et, par suite, l'accroissement des importations de céréales n'en rendent pas un compte suffisant, l'excédent des entrées sur les sorties ayant porté, non seulement sur les produits alimentaires et les matières premières de l'industrie, mais encore sur les produits fabriqués. Peut-être, comme conséquence d'une diminution du prix de revient de ces produits à l'étranger, notre industrie n'est-elle plus suffisamment protégée par les tarifs de douane! Ils viennent d'être élevés, mais seulement en ce qui concerne le tarif général, les tarifs conventionnels n'ayant pas été sensiblement modifiés.

On sait que le même ministère publie un grand nombre de documents financiers (budget et compte définitif, comptes rendus des ministères, etc., etc.). Nous les avons signalés dans notre premier Bulletin; nous nous bornerons à rappeler que ces documents peu répandus, peu connus, contiennent, sur nos recettes et dépenses, sur notre régime fiscal, sur nos forces contributives, des renseignements que l'homme d'État doit nécessairement connaître.

Ces renseignements ont été en grande partie résumés dans un atlas graphique (la statistique graphique fait la conquête successive de tous nos ministères) appelé à rendre de grands services. On en jugera par le simple énoncé du contenu des cartes : valeurs successorales par tête et par hectare; répartition proportionnelle de l'impôt foncier ; *id.* de l'impôt personnel, mobilier et des portes et fenêtres ; *id.* de l'impôt des patentes ; *id.* du produit des droits de l'enregistrement ; *id.* du produit des droits de timbre ; *id.* du produit total des contributions indirectes ; *id.* de la production des vins, de la bière, de l'alcool, des quantités taxées et du produit des droits ; *id.* du produit total des droits sur les boissons ; répartition de la production des sucres et des sels; *id.* du produit des droits sur le papier ; *id.* du produit du monopole des tabacs ; *id.* du produit des douanes ; *id.* des

payements de rentes nominatives et des prêts du Crédit foncier ; état du numéraire or et argent en circulation.

On le voit, c'est le budget et même plus que le budget, rendu sensible à tous les yeux par des cartes départementales coloriées, avec une légende qui ne laisse rien à désirer.

Mentionnons aussi le *Bulletin de statistique et de législation comparée* du même ministère. Il comprend une partie française et une partie étrangère. Toutes les deux contiennent l'analyse ou la reproduction des documents financiers et des législations spéciales. Ce recueil s'est rendu indispensable pour tous ceux qui veulent faire, sans être obligés de recourir à de volumineux documents qu'on ne se procure pas facilement, une étude du régime financier des États des deux mondes. Le chef du service est M. de Foville.

Ministère de la guerre. — Le total des jeunes gens inscrits sur les listes du recrutement tend à diminuer ; c'est la conséquence inévitable de l'affaiblissement graduel du chiffre des naissances, conséquence combattue, dans une certaine mesure, par l'accroissement — résultat du prolongement de la durée de la vie moyenne — du nombre des jeunes gens, qui, à nombre égal de naissances, atteignent l'âge du recrutement. Ce total a été de 283 768 en 1875, de 279 846 en 1876, de 294 382 en 1877, de 286 107 en 1878. En 1878, 34 812 ont été reconnus impropres à tout service (exemptés); 31 730 en 1877 ; 32 551 en 1876 ; 29 797 en 1875. On voit que le nombre relatif et absolu des exemptés pour inaptitude au service militaire tend à s'accroître. Est-ce le résultat d'une débilité congénitale progressive des recrues ou d'une sévérité de plus en plus grande des conseils de revision ? Le total de la liste du recrutement oscille dans le même sens que celui des inscrits : 252 295 (1878), 262 659, 247 295, 253 971 (1875).

Ministère de l'agriculture et du commerce. — Nous ne signalerons aujourd'hui des nombreuses publications du bureau de statistique que les résultats de l'assistance publique. En 1878, 13 693 bureaux de bienfaisance ont fonctionné ; leur nombre s'est à peu près constamment accru depuis 1874 (12 920). Le nombre des assistés s'est élevé dans une mesure correspondante : 1 277 927 en 1874 et 1 333 305 en 1878. Le chiffre des indigents s'est-il véritablement accru, ou bien celui des indigents non assistés antérieurement a-t-il diminué ? Puis, les 1 333 305 assistés de 1878 ne l'ont-ils été qu'une seule fois ? Ou bien a-t-on compté comme autant de nouveaux assistés ceux qui l'ont été plusieurs fois dans l'année ? Si, comme nous le croyons, cette dernière hypothèse est exacte, la statistique du paupérisme *officiel* (sinon réel) exagère le nombre des indigents.

Les dépenses se sont naturellement accrues avec le nombre des assistés : 29 167 013 fr. en 1878, contre 22 512 831 fr. en 1876. Dans les dépenses de 1878, les frais d'administration figurent pour 4 398 986 fr. ou 15 pour 100; ce qui est énorme.

Il existait, même année, 364 hôpitaux, 789 hôpitaux-hospices et 410 hospices ; en tout, 1563 établissements curatifs ou charitables (non compris les asiles d'aliénés). En 1874, on n'en comptait que 1498. On voit que l'assistance publique se développe assez rapidement dans notre pays. Il resterait à savoir si l'assistance médicale gratuite à domicile s'étend dans les mêmes proportions : c'est une lacune à combler dans la statistique officielle de l'assistance publique. 71 192 lits étaient affectés au service des malades (70 468 en 1874). Il a été traité, en 1878, dans les établissements curatifs, 254 908 hommes, 123 661 femmes et 44 363 enfants (238 073, 122 178 et 43 345 en 1874); en tout, 422 932 malades, *dont* 379 111 admis dans l'année. Le rapport des guérisons aux traités a été de 71 pour 100 pour les hommes, de 75 pour 100 pour les femmes, de 74 pour 100 pour les enfants. — Le rapport des décès aux traités a été, pour les mêmes malades, respectivement de 8,2, 10,7 et 9,9 pour 100. La différence au profit des hommes s'explique probablement par ce fait qu'un grand nombre entre à l'hôpital pour des accidents ayant déterminé des blessures légères, et la plus grande mortalité des femmes par les accidents de la délivrance, par les péritonites et les fièvres consécutives (puerpérales et autres).

Le plus grand nombre des admissions a lieu en décembre et janvier (influence des basses températures): le plus grand nombre des décès pendant toute la mauvaise saison, c'est-à-dire de novembre à avril; le maximum des guérisons dans la belle saison (de mai à octobre).

Au 31 décembre 1878, on comptait le nombre suivant d'asiles d'aliénés : 1 asile national (Charenton) et 46 asiles départementaux; 14 quartiers d'hospices; 17 asiles privés faisant fonctions d'asiles publics et 25 asiles privés ne recevant pas de malades indigents; en tout, 103 établissements curatifs. Ces 103 établissements ont traité, *en 1878*, 58 760 aliénés, dont 13 435 admis pendant l'année (7282 hommes et 6152 femmes). Le nombre des traités n'a cessé de s'accroître: 53 952 en 1874 et 58 760 en 1878. Il ne faudrait pas se hâter d'en conclure que les maladies mentales se sont accrues dans la même proportion; il est possible que la création de nouveaux asiles ou l'accroissement des places dans les anciens ait permis de recevoir un plus grand nombre de malades jusque-là traités (ou plutôt non traités) au sein des familles.

Au point de vue de la nature des affections), les 58 760 malades traités en 1878 se répartissaient comme suit : folie simple et épileptique, 42 807; folie paralytique, 4535; démence sénile, 5988; idiotie et crétinisme, 5930. Les guéris dans l'année ont été au nombre de 3148, dont 1662 hommes ou 22,7 pour 100 admis dans l'année, et 1486 femmes ou 24,1 pour 100 également admises dans l'année. On a constaté 3085 décès d'hommes et 2465 de femmes, par maladie seulement (aliénation mentale ou autres affections), soit 42,3 décès pour 100 hommes *admis dans l'année* et 40,0 pour 100 femmes.

II.

STATISTIQUE ÉTRANGÈRE.

Allemagne. — En dehors des bureaux des États confédérés, il existe, en Allemagne, une statistique centrale ou impériale, sous la direction du savant biologue docteur Becker. Ce service publie un recueil mensuel qui comprend un nombre déjà considérable et toujours progressif de documents, tels

que mouvements et recensements de la population, émigrations, commerce extérieur et navigation maritime, industrie extractive et sidérurgique, récoltes et bétail, production du tabac, fabrication des alcools et de la bière, produit des contributions indirectes affecté aux dépenses de l'empire, établissements de crédit, voies de communication, consommations diverses, causes de décès dans les villes de 10000 âmes et au-dessus, forces militaires, finances de l'empire.

Le bureau royal de Prusse vient immédiatement après comme importance. C'est le plus ancien de l'Allemagne (1805). Quoique service central, il n'élabore pas toutes les statistiques officielles, les ministères de l'instruction publique, des finances, de la guerre, de la justice publiant séparément celles dont ils réunissent les éléments. En outre des statistiques volumineuses, périodiques ou non, qu'on lui doit, ce bureau a créé, en 1866, un recueil annuel fort important qui paraît, en quatre livraisons, à des époques indéterminées. Il se divise en deux parties : mémoires originaux; analyse des principales statistiques allemandes et étrangères. C'est un document précieux que nous voudrions voir survivre à son éminent fondateur, récemment mis à la retraite, le docteur Engel.

Le bureau de statistique de Bavière, placé sous la direction du docteur Max Seydel (successeur du docteur Mayr, aujourd'hui haut fonctionnaire de l'empire), publie, en dehors des statistiques officielles, un résumé de ces mêmes statistiques dans un journal qui paraît aussi à des époques indéterminées. La statistique médicale joue un rôle important dans les documents que recueille le bureau de Bavière. Nous citerons notamment, comme un travail que nous croyons unique en son genre, le relevé, par nature de maladies, de tous les indigents traités dans les hôpitaux de la Bavière en 1877 et 1878. On lit dans l'introduction (beaucoup trop courte à notre gré) que la mortalité pour 100 traités a constamment diminué dans ces établissements : 5 pour 100 en 1876; 4,7 en 1877 et 4,2 en 1878. En revanche, les admissions dans les salles d'aliénés se sont accrues, quoique légèrement : 4140 en 1876, 4143 en 1877 et 4255 en 1878. Le nombre des accouchées dans les hôpitaux est resté le même : 1656, 1667 et 1650.

C'est le mouvement de la population étudiée sous tous ses aspects qui nous paraît être la principale attribution du bureau de Bavière. Vient ensuite l'agriculture.

Le bureau de la Saxe royale est placé sous la direction d'un économiste justement apprécié en Allemagne, le docteur Victor Böhmert. Il récapitule, tous les ans, dans un excellent annuaire, la statistique générale du royaume, et notamment le mouvement, à des points de vue très variés, dont quelques-uns généralement peu étudiés en Europe, de la population, les recettes et les dépenses de l'État et des communes, l'industrie extractive et sidérurgique, les consommations alimentaires (viande, bière, eau-de-vie), les voies et moyens de communication, le mouvement des caisses d'épargne et de la Caisse nationale des retraites, la statistique des sociétés de secours mutuels des ouvriers mineurs, la justice civile et criminelle, le mouvement des malades dans les hôpitaux, la statistique des écoles forestières et des mines.

Nous ne connaissons guère que l'existence et la date de la création des bureaux de statistique des petits États suivants : Mecklembourg-Schwerin (1851); Oldenbourg (1855); Hesse (1861); Brunswick (1853); États de Thuringe (1861). Le duché d'Anhalt, les villes de Brême, Hambourg et Lubeck ont aussi leurs bureaux de statistique, dont les publications sont peu répandues.

Autriche. — Il existe, dans l'Autriche proprement dite (Cisleithanie), un service central de statistique placé sous la direction d'une commission supérieure de hauts administrateurs et de savants. Ce service a pour organe, en dehors de ses publications officielles, un recueil mensuel, parvenu aujourd'hui à sa huitième année. Il se divise en trois parties : 1° mémoires originaux sur la statistique de l'Autriche; 2° mélanges, qui sont le plus souvent des analyses des documents officiels sur le même pays; 3° bibliographie autrichienne et étrangère (allemande surtout). Les redacteurs les plus habituels de ce recueil sont MM. de Neumann-Spallart, Schimmer, Killiches, docteur Paulitscke, Ehrenberger et Bratassević. Ce sont tous des hommes de talent, auxquels on doit de remarquables travaux.

Je dois une mention toute spéciale au livre récemment publié par M. de Neumann-Spallart sous le titre de *Uebersichten der Weltwirthschaft* (situation économique du monde entier). C'est une analyse, pour des séries d'années, des statistiques officielles des principaux États des deux mondes, avec des appréciations qui témoignent de la haute compétence de l'auteur. Cet annuaire est le troisième qu'il ait publié; il s'améliore chaque année et rivalise avec les plus anciens recueils de cette nature. Nous ne saurions mieux le comparer qu'à celui du statisticien anglais Martin *(the statesman's book)*, qui jouit d'une estime méritée. Des récapitulations semblables — que nous appellerons volontiers des synthèses statistiques, — quand elles émanent d'hommes familiers avec les questions économiques, rendent de véritables services. Autrement, elles ne sont que d'arides compilations plus propres à égarer qu'à éclairer le lecteur.

Italie. — On doit à M. Louis Bodio l'organisation du service de statistique le plus *central* que nous connaissions en Europe et dont les publications sont aussi variées que pleines d'intérêt. En dehors des faits militaires et financiers, il embrasse toutes les recherches dont peut être l'objet l'état moral, social et économique d'un grand pays. Il a pour organe, en dehors de ses publications officielles, une revue où abondent, en outre de l'analyse de ces mêmes publications, les mémoires originaux (*Annali di statistica*).

Angleterre. — Ce pays n'a pas de statistique centrale, chaque grand service publiant isolément la sienne, en dehors des nombreuses et volumineuses enquêtes émanées des commissions spéciales, royales et parlementaires. Le ministère du commerce (*Board of Trade*) récapitule toutefois les documents élaborés par les autres administrations, dans deux *blue books*, dont un, assez détaillé, embrasse une série de trois années, et, l'autre, limité à un petit nombre de do-

cuments, une série de quinze années. Les statistiques anglaises, à peu d'exceptions près, ne sont pas précédées, comme les nôtres, d'introductions explicatives et récapitulatives; il faut donc, pour pouvoir les interpréter exactement, avoir une connaissance étendue des institutions du pays.

Belgique et *Hollande*. — Ces deux pays — dont les législatures ont commis la faute grave de supprimer, par *mesure d'économie* (!), leurs commissions centrales de statistique — continuent à se ressentir de l'heureuse impulsion qu'elles avaient donnée à la statistique officielle et mettant au jour, chaque année, des monographies dont la valeur est établie depuis longtemps.

Nous avons le regret de ne pas connaître les publications de la Hongrie, de la Roumanie et de la Suisse; mais on assure qu'elles réalisent des progrès sensibles comme nombre et valeur et qu'elles méritent dès à présent toute l'attention des hommes spéciaux.

Quant à la Turquie, l'Allemagne, sa nouvelle alliée, vient de lui envoyer quelques-uns des bons élèves de son *séminaire* (seminar) de statistique, qui y organiseront cette branche des services publics, comme leurs compatriotes organisent, en ce moment, les finances et l'armée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 29 MAI 1882.

MATHÉMATIQUES. — Note de M. *G. Darboux* sur une proposition relative aux équations linéaires.

— M. *V. Bonniakowski* : Démonstration d'un théorème relatif à la fonction E(x.

— M. *Em. Barbier* : Deux moyens d'avoir π au jeu de pile ou face.

— M. *J.-S. Vanecer* : Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.

— M. *J. Boussinesq* : Sur un potentiel à quatre variables, qui rend presque intuitives l'intégration de l'équation du son et la démonstration de la formule de Poisson concernant le potentiel inverse à trois variables.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — M. *A. Ledieu* développe ce qu'il appelle le cycle du raisonnement qui comporte les quatre opérations suivantes : 1° observation et, au besoin, expérimentation *à priori;* 2° induction; 3° déduction; 4° expérimentation et au moins observation *à posteriori.*

Les hypothèses, les propositions fondamentales et les solutions de questions doivent nécessairement se prêter à la fermeture complète du cycle de raisonnement.

Le rôle du syllogisme consiste à aider, dans l'opération déductive précitée, et dans tous les cas, à établir des conclusions à l'aide de prémisses déduites du cycle de raisonnement, ou de proche en proche de syllogismes antérieurs. Ces conclusions peuvent être soumises à l'épreuve de l'expérimentation ou de l'observation *à posteriori.*

En mécanique rationnelle, les hypothèses fondamentales satisfont complètement au cycle du raisonnement; il en est de même actuellement pour la chimie atomique.

PHYSIQUE DU GLOBE. — Dans le rapport sur un mémoire de M. *Bouquet de la Grye*, intitulé *Études sur les ondes à longues périodes dans les phénomènes de marée,* nous remarquons, entre autres résultats intéressants, que le niveau moyen de l'Océan a baissé ou que le sol de Brest s'est élevé proportionnellement de 1 millimètre par an depuis 1834. Il est fâcheux qu'on n'ait pu opérer sur un siècle au *moins*; mais le repère de 1711-1716 a péri et celui de 1775, précisé par Lalande, a été détruit quand on dut procéder à l'allongement d'un bassin du radoub.

OPTIQUE. — M. *de Chardonnet,* au cours de ses études sur les radiations ultra-violettes, s'est trouvé conduit à déterminer l'absorption qu'elles subissent de la part des verres de nos instruments ordinaires. Il a photographié les spectres des rayons solaires après leur passage à travers différentes matières, au moyen des dispositions qu'il a exposées dans les séances des 29 août 1881 et 24 avril 1882.

Il a pu en dégager les trois règles pratiques qui seront utiles aux expérimentateurs :

1° Un genre de verre n'admet au passage, même en plaques minces et avec une pose prolongée, que des longueurs d'onde dépassant un certain minimum, qui peut être considéré comme une caractéristique de la matière donnée. Une autre caractéristique représente l'épaisseur ϵ de la lame au-dessous de laquelle l'absorption ne diminue plus. (Ces limites sont, pour le crown-glass anglais, d'une fabrication très régulière, $\lambda = 0^{mm},0003$ et $\epsilon = 6$ millimètres environ.)

2° A partir de ces limites, le raccourcissement du spectre, compté sur l'échelle des longueurs d'ondes, paraît sensiblement proportionnel à l'épaisseur du *milieu.*

3° Si l'on définit l'*absorption arctinique* par le raccourcissement du spectre sur l'échelle des longueurs d'ondes, cette absorption pour un système d'optique donné est comprise entre l'absorption du verre le moins transparent, pris isolément, d'une part, et la somme des raccourcissements proportionnels dus à tous les verres de l'appareil.

CHIMIE. — M. *Lecoq de Boisbaudran,* continuant son étude sur la *séparation du gallium,* donne les procédés analytiques suivants.

La séparation d'avec la glucine s'obtient, comme il a été dit dans la note précédente (mai 1882) à l'occasion des oxydes d'aluminium et de chrome, c'est-à-dire par précipitation à l'aide du prussiate jaune de potasse dans une solution chlorhydrique très acide.

La séparation d'avec les oxydes de cérium, lanthane, didyme, samarium, yttrium, erbium, holmium et thulium s'effectue par trois méthodes : la première reposant sur l'emploi réitéré de la potasse caustique en excès et à chaud qu'on fait agir sur les terres insolubles. Dans la deuxième méthode, on isole le gallium par le cyanoferrure de potassium; mais ici, le cyanoferrure de gallium étant volumineux et gélatineux, les lavages doivent être faits avec le plus grand soin. Enfin, quand on a seulement des traces de gallium, le troisième procédé est préférable; il consiste à faire passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur préalablement additionnée d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate d'ammoniaque.

La séparation d'avec le fer peut s'opérer au moyen de la potasse caustique bouillante, qui précipite le fer et retient la galline. On redissout le précipité dans l'acide chlorhydrique

et on précipite de nouveau par la potasse pour obtenir la galéine entraînée par l'oxyde ferrique ; il est utile de recommencer plusieurs fois cette opération.

La séparation d'avec la thorine a lieu en traitant la solution chlorhydrique bouillante par un excès de potasse aussi exempte que possible de carbonate. Il est bon de reprendre l'oxyde insoluble de thorine par l'acide chlorhydrique, et de faire agir la potasse de nouveau pour ne pas laisser s'échapper la galline que le précipité a entraînée.

— M. *Ditte,* après avoir présenté, dans la dernière séance, une étude sur l'action du monosulfure de potassium et du monosulfure de sodium sur le sulfure d'étain, étudie aujourd'hui l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sur le sulfure d'étain, qui ne diffère guère de l'action des deux monosulfures de potassium et de sodium.

Les sulfures alcalins ne seraient pas les seuls à agir comme il a été dit, sur le protosulfure d'étain : les sulfures alcalino-terreux se comportent d'une manière analogue ; les uns et les autres se dissolvent aisément en présence d'un excès de soufre. On peut ainsi obtenir très purs et sous la forme de cristaux bien nets un certain nombre de sulfostannates, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine communication.

— M. *H. Baubigny,* examinant l'influence de la tension de l'hydrogène sulfuré en présence d'une solution de sulfate de nickel neutre, arrive aux conclusions suivantes :

1° La température de 100° permet d'atteindre rapidement, pour le nickel, les mêmes limites de précipitation qui ne sont obtenues qu'avec le temps à la température ambiante.

2° Cette précipitation est d'autant plus complète que la solution est moins concentrée. L'erreur est moindre que $0^{gr},0001$ si la solution est au millième.

3° On ne peut dire que la précipitation du nickel s'arrête quand la liqueur atteint un certain degré d'acidité, puisque cette limite varie pour chaque cas particulier.

4° Enfin, l'action de la chaleur sur une solution de sulfate de nickel neutre en présence de l'hydrogène sulfuré fournit une méthode précise de séparation avec l'oxyde de manganèse, l'alumine, etc. (sauf le fer).

— M. *Étard,* continuant ses travaux sur les transformations des sulfites cuproso-cupriques, dit que, lorsqu'on ajoute une quantité insuffisante d'acide sulfureux ou de bisulfate de soude à une solution d'acétate de cuivre, on obtient un sel auquel Péan de Saint-Gilles avait assigné la formule : $SO^3Cu^2.SO^3Cu,5H^2O$ qui devrait avoir, d'après les recherches de M. Étard, la formule : $SO^3Cu''^{10}(Cu^2) + 26H^2O$, et qu'il propose d'appeler octosulfite acide cuproso-cuprique.

Ce sel offrirait deux réactions intéressantes : d'abord, par l'acide sulfureux, il se transforme en sel de Chevreuil $SO^3Cu^2, SO^3Cu, 2H^2O$; et, sous l'influence du bisulfite de soude, le sel de Péan se transforme en octosulfite acide de cuprosum, de cupricum et de sodium, sel jaune que M. Étard a décrit dans la séance du 22 mai dernier.

— M. *G. David* propose, pour doser la glycérine contenue dans les matières grasses, de saponifier directement celles-ci par l'hydrate de baryte. On remue énergiquement le mélange chauffé dans une grande capsule de porcelaine en y ajoutant 80 centimètres cubes d'alcool à 95° pour 100 grammes de suif ou d'huile à analyser jusqu'à ce que la masse soit durcie. On reprend ensuite la glycérine par un litre d'eau distillée, on décante, on filtre jusqu'à ce que l'eau glycérinée n'ait plus qu'un volume de 50 à 60 centimètres cubes afin de n'avoir point d'évaporation de glycérine. La densité donnera la richesse de glycérine. Un tableau dressé d'avance par M. David évite les calculs.

Botanique. — M. *Boiteau* a écrit à M. Dumas une lettre dans laquelle il expose des observations pour servir à l'étude du phylloxera. Il relate que les insectes ailés ayant été très rares, grâce à la sécheresse des mois de juillet, août et septembre 1881, les galles furent si peu nombreuses que dans les foyers les plus intenses il ne découvrit qu'une seule galle initiale. Au contraire, dans un terrain bas et humide, où il avait planté les mêmes souches que ci-dessus, il trouva des galles initiales aussi nombreuses que d'ordinaire.

Les plantes traitées par le sulfure de carbone se présentent bien et il ne doute pas que ceux qui traiteront convenablement leurs vignes en seront récompensés.

— M. *Ed. Prillieux* fait remarquer que si, après une blessure faite à des plantes, les fibres ligneuses et les vaisseaux restent incapables de concourir au travail cicatriciel, d'autres éléments recouvrant l'activité formatrice qu'ils avaient perdue avec l'âge se divisent, se cloisonnent et produisent une couche nouvelle qui s'organise au-dessous de la surface de la blessure et prend le caractère du liège, d'autres éléments de la zone d'accroissement prolifèrent au point de déborder la surface de la plaie. M. de Vriès avait déjà montré que c'est dans la zone formatrice, c'est-à-dire en dehors du bois que s'organisent les formations traumatiques les plus importantes et qu'il s'y produit des cellules vasculaires et ligneuses ayant des caractères particuliers. Il y a des plantes telles que les coleus, les achyrantheus, les ageratum et autres plantes d'ornement de jardins sur les boutures desquelles on voit s'organiser un plancher ligneux complet à quelque distance en arrière de la lame du périderme qui tout d'abord renferme la plaie.

A la suite de l'amputation de la bouture, la moelle qui était formée de grandes cellules minces, toutes semblables, contenant de la fécule en abondance, voit la fécule disparaître au voisinage de la plaie jusqu'à une assez grande profondeur et les cellules voisines de la blessure se cloisonner parallèlement à sa surface, se subérifier et produire une lame de périderme. En dedans de cette couche apparaît bientôt, à une certaine distance au delà d'une zone à cellules cloisonnées irrégulièrement, une seconde couche où les cellules se cloisonnent parallèlement à la surface de la plaie comme celles qui formèrent d'abord le périderme; mais dans cette couche elles continuent à se diviser au lieu de se subérifier. Cette segmentation, répétée perpendiculairement à trois rayons autour d'un centre, rappelle le cloisonnement qui se produit dans la cellule apicale de l'extrémité de la tige des cryptogames vasculaires. Dans la bouture, elle donne naissance à l'intérieur de chaque assise de cellules plates, à des segments étroits, pointus, allongés autour du centre de formation et qui présentent tous les caractères du bois traumatique, sauf que les éléments ligneux du plancher transversal qui s'organisent dans la moelle sont enroulés autour de centres celluleux qu'il semble naturel d'assimiler à des rayons médullaires, mais qui sont arrondis et dirigés verticalement. Cette disposition comparable à celle des fibres dans le bois madré a été généralement observée dans les bourrelets suite de blessures, dans lesquels se développent des bourgeons adventifs très grêles, et où la vie s'éteint promptement. On voit que le contournement des fibres est due, au moins pour le bois traumatique madré, à l'orienta-

tion toute particulière des cloisons qui se produisent dans les grandes cellules dont tous les éléments traumatiques tirent leur origine.

Physiologie. — MM. *Grehant* et *E. Quinquand* font remarquer que les procédés employés jusqu'ici pour apprécier le volume total de sang ne sont point suffisamment exacts pour des mesures rigoureuses applicables à la physiologie. Ils ont cherché à établir et à vérifier une méthode dont le principe permet d'évaluer ce volume avec une grande précision.

Claude Bernard avait bien établi que l'oxyde de carbone donnait une hémoglobine oxycarbonée bien plus fixe que l'hémoglobine oxygénée, l'oxyde de carbone se substituant à l'oxygène volume à volume.

On obtient le volume total du sang en faisant respirer à l'animal une certaine quantité de gaz contenant une proportion d'oxyde de carbone bien déterminée. En appréciant après un quart d'heure, par exemple, le volume d'oxyde de carbone restant, on a, par différence avec la quantité primitive, le volume fixé sur le sang. D'un autre côté, on détermine le volume d'oxyde de carbone fixé par un volume de sang donné, en évaluant la capacité respiratoire de deux échantillons du sang pris avant et après l'empoisonnement.

Connaissant le volume d'oxyde de carbone fixé et le volume de ce gaz fixé par 100 centimètres cubes de sang, on obtient par une simple proportion le volume de sang cherché.

Ces auteurs ont cherché la vérification expérimentale de leur procédé et des recherches nombreuses leur ont démontré :

1° Que dans du sang pris dans n'importe quel endroit du torrent circulatoire, le même volume de sang absorbe le même volume d'oxyde de carbone ;

2° Qu'après avoir déterminé le volume normal de sang, si on soustrait par hémorragie une quantité mesurée, on trouve une quantité de sang moindre et la différence est à peu près égale au volume enlevé par hémorragie : cette dernière épreuve suffit à démontrer la grande exactitude de la méthode.

Géographie. — M. *P. Guyot* croit avoir vu, dans son voyage de l'année dernière, que la rivière Chiré ne se jette pas dans le Zambèse au pied de la montagne Chamouara à peu près à 18° de latitude sud, mais au contraire, dans le lac de Lydia, dont la surface, d'environ 20 000 hectares, est recouverte pendant la plus grande partie de l'année par des plantes aquatiques, principalement par le chiroulou ou laitue aquatique, et le nyika ou châtaigne d'eau, dont les noirs sont très friands.

On croyait, avant l'exploration du lac Lydia, que le Chiré, après avoir alimenté le lac, continuait sa course vers le Zambèse. Or il existe un canal, alors inconnu, dont la direction est d'abord O.-S.-O. à E.-N.-E., puis ensuite presque E.; ce canal, appelé par les naturels Zio-Zio, coule constamment du Zambèse au lac et a un débit bien supérieur à celui du Chiré, ce qui permet de dire que le lac Lydia est surtout alimenté par le Zio-Zio.

S'il en est ainsi, on se voit forcé d'admettre que le Zambèse, qui se ramifie fréquemment avant de se jeter dans l'océan Indien, possède aussi un déversoir important qui enserre tout le territoire compris entre Sennanove et Chamouara et que c'est vers le milieu du parcours de ce canal que le Chiré vient se jeter en cet endroit où la dépression du terrain a permis la formation du lac Lydia.

Le Zio-Zio, encore inconnu dans ces dernières années, fournit d'abondantes ressources, et les villages de Mainga, Munisson, Muniembra, bâtis sur ses bords, permettent le ravitaillement des voyageurs.

REVUE DU TEMPS

Mai 1882.

Le mois de mai dernier a présenté à Paris une température moyenne normale 13,3, et une pression barométrique plus élevée de 2 millimètres que la moyenne ordinaire (761,6).

Le nombre des jours de pluies a été assez faible ; mais, par suite de quelques fortes averses d'orages, la hauteur de pluie se trouve plus grande qu'en année moyenne d'environ 1 centimètre.



Carte indiquant les trajectoires des principaux centres des basses pressions en mai 1882.

Ce mois a présenté une longue période de hautes pressions accompagnée de vents des régions du nord, et qui a causé un refroidissement très notable vers les 15, 17, 18 ; cependant, comme l'air était agité, l'abaissement de la température au parc Saint-Maur n'a pas été jusqu'à la gelée, et on a noté seulement de la gelée blanche. Dans le centre de la France, à Clermont, le thermomètre est descendu jusqu'à — 2, le 18, dans l'est, de petites gelées se sont aussi produites.

Le mois de mai 1882 peut se partager en quatre périodes : la première continue celle inaugurée le 22 avril, elle est caractérisée par le passage, à l'ouest de l'Europe, de dépressions (ABC) amenant avec elles des vents variables et quelques pluies.

La dépression B, en particulier, qui s'est présentée d'abord par le golfe de Gascogne pour gagner ensuite la Manche, a été accompagnée de nombreux orages.

Le 6 mai, les basses pressions se comblent et s'éloignent de nous; la pression est assez également répartie en Europe.

De légères dépressions se montrent le 7 sur l'Océan; elles marchent vers l'est et forment. le 8, un centre de basses pressions peu accusé, situé auprès de Vienne.

Sous l'influence de cette faible baisse du baromètre, des orages éclatent en beaucoup de points et sont accompagnés de fortes pluies.

Le 9, la zone des basses pressions s'est éloigné vers la Pologne en se creusant, tandis qu'une aire de hautes pressions, venue par les Iles Britanniques, occupe l'ouest de l'Europe; c'est le commencement de la *seconde période* caractérisée par des pressions élevées et par la rareté des pluies.

Pendant la deuxième période une dépression assez importante (F) traverse le nord de l'Europe du 12 au 16. Après son passage, les isobares se relèvent parallèlement aux méridiens; il en résulte l'arrivée sur nos régions de l'air des hautes latitudes qui refroidit notablement la température ; le journée du 15, en particulier, offre seulement une température moyenne de 8,8 au parc Saint-Maur. Cette situation se prolonge les 16, 17, 18, et au moment où elle prend fin, des gelées se produisent dans le centre et l'est de la France; au parc Saint-Maur on note trois gelées blanches.

La situation atmosphérique qui a prévalu pendant la majeure partie de la seconde période appelle notre attention sur le rôle que joue la distance à laquelle s'étend un vent d'une direction donnée. En effet, si le vent du nord, par exemple, est amené par une aire de hautes pressions très limitée, il apporte seulement avec lui la température des régions voisines et refroidit peu le temps. Tout au contraire dans les saisons où les pays du nord sont encore assez froids, si les isobares sont orientées de façon qu'un courant continu soit dirigé de ces pays vers nous, l'abaissement de température peut être considérable; lorsque le vent se calme, la température est déjà refroidie par apport d'air froid ; il suffit donc d'une nuit où le ciel est pur, pour que la gelée se produise par rayonnement.

A partir du 20 mai, les basses pressions (H) abordent de nouveau l'Europe par le golfe de Gascogne, et la période orageuse recommence.

Le 28, la pression s'élève à l'ouest de l'Europe, les basses pressions s'éloignent, et un régime atmosphérique qui forme la *quatrième période* du mois s'établit sur nos régions.

Cependant de petites dépressions très limitées et peu accentuées se forment dans le massif des hautes pressions, et les phénomènes orageux continuent à se produire d'abord sur le golfe de Gascogne, puis sur la France centrale le 30, où une petite dépression (I) amène un orage qui donne 17 millimètres d'eau à Paris.

LÉON TEISSERENC DE BORT.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux

THE AMERICAN NATURALIST (XIV, n° 1, janvier 1882). — *S.-A. Forbes* : Les poissons aveugles des cavernes et leurs alliés. — *Carl.-J. Gissler* : Un singulier crustacé isopode parasite et quelques-unes de ses phases de développement. — *William Trelease* : Hétérogonie de l'*Oxalis violacea*. — *J.-M. Anders* : Influence des forêts sur le climat et les pluies. — *A.-S. Packard junior* : Traces de l'époque glaciaire dans le Labrador. — *Cope* et *Packard* : La folie au point de vue légal. — *Publications nouvelles* : *Le Chat*, de Mivart; Cinquième rapport de Thomas sur les insectes nuisibles de l'Illinois; Organisation des trilobites par Walcott, etc. — *Notes générales*; *Botanique* : Mimétisme chez les champignons; Le *Simblum rubescens* dans l'Iowa; Pousses d'asperge pour l'étude des laboratoires; Abondance des algues d'eau douce; Arrangement systématique des thallophytes; La lumière électrique et la croissance des plantes. etc. — *Zoologie* : Observations sur les planaires parasites des limules; Circulation des crustacés édriophthalmes; Chirodote vivipare; Une planaire marine et son habitat; Yeux des planaires; Structure et affinités de l'hippopotame; *Verrillia Blakei* ou *Halipteris Blakei*; Découvertes de la « U. S. Fish Commission » sur la côte sud de la Nouvelle-Angleterre; Les quiscales pourprés mangent-ils les écrevisses? Oiseaux sauvages luttant de vitesse avec les trains; Infusoires dans la rosée, etc. — *Entomologie* : Singulières nymphes de chalcides; Ponte du *Prodoxus decipiens*; Insectes du trèfle; Classification des *Carabidæ* de Horn; Arbres à papillons de Monterey, etc. — *Anthropologie* : Anthropologie au Japon; Superstitions relatives aux serpents des pueblos du Nouveau-Mexique. — *Géologie et paléontologie* : Le plus ancien artiodactyle; Caractères des tæniodontes; Nouvelles formes de *Coryphodontidæ*; Un lémurien anthropomorphe; Roches anciennes de la Grande-Bretagne; Nouvelle formation britannique; Extinction récente du mastodonte; Terrains mésozoïques en Virginie, etc. — *Minéralogie* systématique; Cristaux de chaux dans un four à chaux; Nitrobarite; Minerais de Vanadium; Microlithe de Virginie; Diadochite, vivianite, rostérite, uranothorite, beauxite, bergamaskite; Nouveaux minerais de bismuth; Propriétés optiques de la pyromorphite et mimétite; Chalcocite sur une vieille monnaie, etc. — *Géographie et voyages* : M. de Brazza de l'Ogôoué au Congo; Afrique centrale; Découvertes arctiques; Conférence polaire internationale, etc.

— PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF NATURAL SCIENCES OF PHILADELPHIA (part. I, janvier à mai 1881). — *Jos. Leidy* : Les rhizopodes comme nourriture des jeunes poissons. — *Thomas Meehan* : Note sur les prairies sans arbres. — *Rafael Arango* : Descriptions de nouvelles espèces de mollusques terrestres de Cuba. — *Rev. Mac Cook* : Les fourmis à miel (*Myrmecocystus melliger*) du « Jardin des dieux », au Mexique. — *John-A Ryder* : Structure, affinités et espèces du genre *Scolopendrella*. — *Henry Hemphill* : Sur les variations d'*Acmæa pelta*, Esch. — *Th. Mechau* : Motilité des plantes; Caractères sexuels de la *Fritillara atropurpurea*, Nutt. — *R.-E.-C. Stearns* : Observations sur les planorbes.

— SITZUNGSBERICHTE DER K. AKAD. DER WISSENSCHAFTEN DE VIENNE (Sciences naturelles, t. LXXXIV, fascicule 1, juin et juillet 1881). — *Molisch* : Dépôt de carbonate de chaux dans la trame de certains végétaux dicotylédones. — *Szajnocka* : Des brachiopodes jurassiques des monts Carpathes. — *Fitzinger* : De quelques formes qu'il faut séparer de la forme de l'ours commun. — *Heinrischer* : Des bourgeons adventices et de leur disposition dans la *Splenium bulbiferum*. — *Neumayer* : Étude morphologique sur les échinodermes fossiles. — *Wordrich* : Faude diluvienne à Zuslawitz. — *Brezina* : De quelques météorites nouveaux et peu connus. — *Stur* : Flore silurienne de l'étage H-h¹ de la Bohême. — *Mikosch* : Développement et structure de la tige des végétaux (*Hoftupfel*). — *Haberlandt* : Faisceaux collatéraux dans les fougères. — *Leitgeb* : *Completoria complens*, parasite des fougères.

(Sciences biologiques). — *Stricker* : Sur la loi des secousses. — *Langer* : Destruction chimique de la graisse chez l'homme, aux différents âges. — *Zuckerkandel* : Anastomose des veines pulmonaires avec les veines bronchiques. — *Rollet* : Action du sucre et du sel sur les globules rouges. — *Ehrmann* : Sur les terminaisons nerveuses dans les cellules pigmentaires de la peau de la grenouille. — *Exner* : Des régions corticales de l'encéphale. — *Openkowski* : Pression du sang dans la petite circulation. — *Spina* : Mécanique de l'intestin et absorption cutanée. — *Meisles* : Du zooïde et l'œcoïde chez différents vertébrés. — *Glas* et *Klemensiewitz* : De l'inflammation. — *Rollet* : Des dérivés albuminoïdes de l'acide albumine et de l'alcali albumine.

— L'ENCÉPHALE, *Journal des maladies mentales et nerveuses* (1882, n° 1, mars). *B. Ball* : Considérations sur un cas d'hallucinations de l'ouïe consécutives à une inflammation chronique de l'oreille moyenne. — *J. Luys* : Contribution à l'étude des lésions du quatrième ventricule dans le diabète spontané. — *B. Ball* : De l'insanité dans la paralysie agitante. — *E. Chambard* : Note sur un cas de névrose viscérale avec hypochondrie. — *Marandon de Montyel* : Folie simulée par une aliénée inculpée de tentative d'assassinat. — *Boucheron* : De la surdi-mutité par otopiésie.

— BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE (novembre 1881). — *Désiré Charnay* : De la civilisation, Nahua, de l'âge probable et de l'origine des monuments du Mexique et de l'Amérique centrale. — *Ch. de Ujfalvy* : Bachkirs et Kirghises. — *L. Simonin* : Le dixième recensement des États-Unis. — *Virlet d'Aoust* : Percement de l'isthme de Corinthe. — *Cheysson* : Carte de France au 200 000ᵉ publiée par le ministère des travaux publics. — *Aimé Olivier* : Note sur un voyage

au Foutah-djallon. — *Ch. Ledoulx :* Nouvelle de l'Afrique équatoriale orientale. — *Colonel Venukoff :* Liste des altitudes déterminées au Montenegro.

— Revue internationale des sciences biologiques (t. III, n° 2 à 4, 1882). — *Ray Lancaster :* De la dégénération. — *Elie Reclus :* Les andamènes ou mincopies; la symbiose d'animaux inférieurs avec des algues. — *Corre :* La mère et l'enfant dans les races humaines. — *Debierre :* La famille et la propriété dans le monde primitif indo-européen. — *Yung :* L'influence des milieux physico-chimiques sur les êtres vivants.

— Journal des économistes (mai 1882). — *A. de Rochas :* Pensées et mémoires politiques inédits de Vauban. — *Henri Baudrillart :* Les théoriciens du droit public au xviie siècle. — *G. de Molinari:* L'évolution politique du xixe siècle. — La révolution, les gouvernements modernes. — *Rouxel :* Revue des principales publications économiques en langue française. — *Langlet :* La bière, le vin et les spiritueux en Angleterre.

CHRONIQUE

Médaille offerte a M. Pasteur. — M. J.-B. Dumas vient d'adresser au président de l'Académie royale de Belgique la lettre suivante :

« Monsieur le président,

« Les découvertes de M. Pasteur l'ont placé depuis longtemps dans les rangs les plus élevés de la science moderne, qu'il sert en ce moment même avec le plus grand éclat et qu'il entoure chaque jour d'un nouveau respect par les services rendus à l'humanité.

« Un comité, composé de membres de l'Académie des sciences, de l'Académie de médecine, de la Société d'agriculture, de la Faculté des sciences et de l'École normale supérieure, s'est constitué en vue de lui offrir une médaille commémorative de ses féconds travaux. Je viens vous demander, au nom de ce comité, de prendre part à la souscription qu'il a ouverte et de recueillir autour de vous, parmi ceux qui font l'utile application des découvertes de M. Pasteur, les adhésions propres à donner le caractère d'une véritable unanimité à cette démonstration spontanée des admirateurs de son génie.

« Veuillez agréer, etc.

« *Le président du comité,*

« Dumas. »

Le gérant : Félix Alcan.

SEMAINE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

La récolte, en France, s'annonce très bien; il est vraisemblable que nous n'aurons que peu d'achats de grains à effectuer à l'étranger, si même nos exportations ne dépassent pas de ce chef nos importations.

Les vignes ont presque partout, en France, échappé aux dangers de la gelée. Si la *coulure* ne vient pas arrêter les progrès de la végétation, la récolte promet d'être exceptionnellement abondante.

La houille, qui est l'agent le plus actif de la civilisation moderne, se consomme chaque jour dans des proportions de plus en plus grandes, et il arrivera donc un moment où elle fera défaut aux générations à venir.

D'après l'inventaire dressé par la commission royale des mines de la Grande-Bretagne, les gisements de charbon du Royaume-Uni comprennent une étendue de 7876 milles carrés et contenaient, en 1880, 135 288 643 038 tonnes de houille qui, en prenant pour base la consommation de 1880, ne seraient épuisées que dans 920 ans.

Les transports en commun augmentent à Paris tous les ans dans de grandes proportions. En 1854, la compagnie générale des omnibus avait 400 voitures en service, elle possédait 3728 chevaux et elle transportait 34 millions de voyageurs.

Quinze ans plus tard, en 1869, la compagnie des omnibus avait en service 758 voitures; elle possédait 9301 chevaux, elle transportait 120 millions de voyageurs.

En 1880, année à laquelle s'appliquent les récentes *statistiques* du ministère des travaux publics, la compagnie avait en service 930 voitures, elle possédait 13 201 chevaux et transportait 175 millions de voyageurs ; ajoutons qu'à *cette* époque la compagnie n'était plus seule à exercer l'industrie des transports en commun ; on trouve à côté d'elle la société des bateaux-omnibus qui transporte 13 millions de voyageurs, la compagnie des tramways nord qui transporte 12 millions et la compagnie des tramways sud qui transporte 25 millions de voyageurs.

Il est question de divers projets pour augmenter la facilité des transports. Diverses compagnies proposent de faire un chemin de fer métropolitain, les unes souterrain, les autres aérien; ces divers projets sont à l'étude d'une commission du conseil municipal.

Les affaires commerciales en général sont dans une situation favorable. D'après les relevés officiels des quatre premiers mois de l'exercice 1882, les exportations donnent une plus-value de 173 millions sur la période correspondante de 1881. Cette augmentation dans les échanges internationaux est due probablement au renouvellement des traités de commerce, dont l'approche a déterminé un certain nombre d'approvisionnements.

Depuis quelques semaines les recettes des chemins de fer sont en décroissance par rapport aux semaines correspondantes de 1881. Faisons remarquer qu'en 1881 les recettes avaient été exceptionnellement élevées, de sorte que l'année 1882 reste dans la progression normale.

Trois traités passés par l'administration du chemin de fer du Nord ont été approuvés par les actionnaires réunis en assemblée générale extraordinaire.

La première de ces conventions concerne l'exploitation provisoire de la ligne d'Armentières à la frontière belge vers Ostende, chemin de fer de l'État; par les deux autres conventions, la compagnie du Nord a acheté: 1° le chemin de fer dit du Tréport, ligne d'Abancourt au Tréport; 2° la ligne de Frévent à Gamaches ; ces deux sociétés étaient en faillite et c'est avec les syndics que la Compagnie a traité.

Dans des articles fort remarquables adressés de Tunisie au *Journal des Débats,* M. Gabriel Charmes proposait le rachat de la dette tunisienne en vue de la réorganisation administrative de la Régence. Devant la commission de la Chambre des députés qui examine le projet de loi relatif à l'organisation de divers services en Tunisie, le gouvernement a gardé une grande réserve sur ce point. « Il ne pouvait évidemment, dit le *Journal des Débats,* tenir une autre conduite. Les termes mêmes de son programme financier lui interdiraient de songer à une opération qui mettrait à la charge de la dette publique une somme de 125 et même de 150 millions, et qui tendrait à transformer au profit des porteurs de titres un revenu aléatoire en revenu certain garanti par la France. Nous ferons toutefois remarquer que la thèse de M. Gabriel Charmes est la conclusion d'une étude sérieuse faite sur les lieux mêmes. La solution de cette question sera nécessairement ajournée; mais les lettres de M. Gabriel Charmes resteront comme une précieuse source d'information pour le jour où elle sera reprise. »

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [953]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 24 17 JUIN 1882

ZOOLOGIE

Instructions zoologiques destinées aux membres de la mission du cap Horn.

L'étude de la faune antarctique a été longtemps délaissée : les naturalistes pensaient que ces régions, pour la plupart désertes et d'un aspect désolé, n'étaient habitées que par des animaux émigrés des contrées plus chaudes. On sait aujourd'hui que, si les choses se sont passées de la sorte pour la plupart des espèces terrestres, il en est tout autrement pour celles qui habitent les profondeurs ou les rivages de la mer. On reconnaît dans la région antarctique un foyer zoogénique spécial ; la faune des parties froides de l'hémisphère sud présente autour du globe une grande uniformité. Riche en individus, elle est pauvre en espèces ; mais elle est pourvue d'un nombre considérable de types organiques qu'on ne rencontre pas ailleurs et qui sont des plus remarquables. Aussi les recherches zoologiques entreprises au cap Horn et dans l'archipel Fuégien ne peuvent manquer d'être fructueuses.

Les terres antarctiques américaines ont été incomplètement explorées par les naturalistes. Les nombreux navires qui doublent le cap Horn en craignent les approches, et ils se tiennent d'ordinaire au large ; ceux qui se sont engagés entre les îles innombrables de la pointe sud de l'Amérique et qui y ont séjourné poursuivaient des études géographiques, hydrographiques ou d'ordre physique, et l'histoire naturelle ne pouvait les occuper que d'une façon tout à fait secondaire. C'est cependant à ces expéditions que nous devons la plupart des renseignements que nous possédons sur les animaux de ces régions ; les noms de Cook et de son compagnon Forster, de Ross, de Dumont d'Urville, de Wilkes, Fitz-Roy et de Darwin sont inséparables de l'histoire naturelle des parties extrêmes de l'hémisphère austral. Nous devons aussi des renseignements précieux aux pêcheurs de baleines et aux chasseurs de phoques ; plusieurs de ces hardis marins, guidés par des intérêts commerciaux, ont fouillé ces parages dans toutes les directions et ont consigné dans leurs narrations une foule de faits très importants pour l'étude de la zoologie. Plus récemment, le capitaine Abbott séjourna quelque temps aux îles Falkland, dans l'établissement anglais de Stanley, et en étudia les productions ; le docteur Cunningham et le docteur Coppinger explorèrent avec soin quelques-unes des îles de la pointe patagonienne ; le docteur Savatier, médecin de *la Magicienne,* fit des recherches heureuses dans le détroit de Magellan, et un navire anglais, *le Challenger,* exécuta des dragages entre les îles Falkland et le littoral américain.

Les faits nouveaux ainsi acquis à la science montrent la richesse de ce champ d'exploration et promettent de riches moissons aux membres de la mission du cap Horn. Restant pendant une année entière dans les mêmes localités, ils pourront se rendre compte des changements que la succession des saisons amène dans la composition de la faune, ils pourront étudier les migrations des animaux et faire de leurs mœurs et de leurs conditions d'existence un examen attentif.

Les grands mammifères marins doivent attirer tout particulièrement leur attention. Les phoques et les otaries étaient autrefois très abondants dans ces parages, mais ils en disparaissent rapidement. En 1800, lorsque Fanning visita les îles de la Géorgie australe, un navire venait de les quitter emportant 14000 peaux de phoques ; il s'en procura lui-même 57000 et il évalua à 112000 le nombre de ces animaux qui furent tués pendant les quelques semaines que dura la chasse de la saison.

En 1882, un autre marin américain, Weddell, constata que les produits de la chasse des phoques n'avaient pas diminué ;

il évalua à 1 200 000 le nombre des peaux déjà obtenues dans cette localité. La même année, on tua aux Shetland australes environ 320 000 phoques à fourrure, et on y recueillit 940 tonnes d'huile de l'éléphant marin ou macrorhine, ce qui suppose la capture d'environ 650 de ces animaux gigantesques. Ces mêmes espèces abondaient à l'île Beauchêne, située à une vingtaine de lieues des îles Falkland; elles ont été trouvées dans cette dernière station, ainsi que sur d'autres îles de l'archipel magellanique. Mais, pourchassés sans relâche par les pêcheurs, ces grands amphibiens, dont la croissance est lente et la fécondité très limitée, ont presque complètement disparu de ces parages, et il est à désirer que la mission scientifique s'attache à recueillir le squelette et la dépouille des derniers survivants de ces espèces.

Le capitaine Abbott signalait, il y a vingt ans environ, aux îles Falkland, les éléphants de mer (*Macrorhina elephantina*); mais ils étaient devenus tellement rares qu'il ne les rencontra jamais vivants; les lions de mer (*Otaria jubata*) encore communs sur la côte nord du Falkland occidental, les phoques à fourrure (*Otaria falklandica*), qui vivent à l'entrée septentrionale du détroit de Berkeley, sur des rochers presque inaccessibles, et le léopard de mer (*Stenorhynchus leptonyx*), qui ne se montre qu'accidentellement sur ces îles. D'autres espèces, telles que l'*Otaria Hookeri, Otaria Pernetti*, etc., habitent les mêmes régions et méritent aussi d'être recherchées avec grand soin.

Les grands mammifères pisciformes, de la famille des baleines, abondent dans les mers antarctiques; leur distribution géographique offre beaucoup d'intérêt et soulève plus d'une question importante de zoologie générale. Les cachalots se montrent parfois à la pointe sud de l'Amérique, et on ne devra jamais négliger, si ces énormes animaux viennent à la côte, d'en prendre les mesures exactes, de les photographier sur diverses faces et de recueillir, autant que possible, les pièces de leur squelette ou au moins leurs crânes. Les globicéphales, les orques et les dauphins seront d'une préparation plus facile. La peau conservée dans du sel, le squelette à l'état sec, permettront d'en déterminer l'espèce. Ces cétacés sont si rares dans nos musées et si mal connus qu'on ne saurait trop s'appliquer à en réunir un grand nombre.

Les oiseaux aquatiques abondent non seulement dans les parties tempérées de la région australe, mais aussi dans la zone glaciale jusqu'au voisinage du pôle, et le groupe le plus singulier que l'on y rencontre est sans contredit celui des manchots ou *pingouins*. Leurs ailes, garnies seulement de petites plumes analogues à des écailles, constituent de larges palettes pendantes et ressemblent d'une manière frappante aux nageoires des dauphins; la marche leur est difficile, et ils vivent presque toujours à la mer; à l'époque de la ponte, ils s'établissent à terre en nombre incalculable pour y couver leurs œufs et y élever leurs petits. L'une des principales stations occupées par les manchots est le groupe des îles Falkland et l'archipel magellanique; on y trouve réunies la moitié des espèces ou races dont se compose cette famille.

Le représentant le plus remarquable de ce type est le grand et bel oiseau désigné par les marins sous le nom de *roi des pingouins* (*Aptenodytes Pennanti*); il niche aux Falkland, où il a été observé par Lecomte et par le capitaine Abbott; il a été vu aussi par Cunningham à l'île Tyssen, dans le détroit de Magellan. Doit-il être distingué spécifiquement du *manchot empereur* (*Aptenodytes Forsteri*), qui habite plus au sud? Ce dernier est plus grand, ses plumes s'étendent davantage sur la mandibule inférieure, ainsi que sur le pied; les bandes jaunes qui ornent le cou sont plus développées; mais ces variations n'ont que peu d'importance, et, si l'on pouvait réunir une série nombreuse d'individus choisis avec soin, il est probable que l'on trouverait des intermédiaires rattachant l'une à l'autre ces deux prétendues espèces.

D'autres manchots, moins grands que les précédents et à têtes surmontées d'aigrettes jaunes, vivent dans les mêmes parages : ce sont les chrysolophes (1) et les chrysocomes (2), nommés souvent par les navigateurs *pingouins* ou *Gorfous sauteurs*, à raison de leur démarche, et *manchots huppés* ou *macaronis*, à cause de leurs aigrettes. Très communs autrefois aux Falkland, ils y deviennent plus rares; il y a donc lieu de les rechercher, car leur histoire présente encore bien des obscurités. Les zoologistes ont distingué sous le nom d'*Eudyptes nigrivestis*, d'*Eudyptes pachyrhyncha* et d'*Eudyptes diademata* des oiseaux un peu différents, qui ne sont probablement que des variétés d'une seule et même espèce; pour résoudre cette question, il serait nécessaire de former des collections considérables comprenant non seulement des séries de squelettes, mais aussi de dépouilles choisies, de manière à rendre compte de toutes les différences que ces manchots peuvent présenter soit dans leur taille, soit dans leur forme, soit dans leur coloration; c'est en procédant ainsi qu'on pourra faire disparaître ces espèces nominales qui ne sont basées que sur des caractères transitoires ou d'importance secondaire. Nous signalerons encore d'autres manchots, tels que les *Pygoscelis antarcticus*, qui abondent aux Falkland, où Lecomte en a vu près de 40 000 réunis à Eagle-Point; le *Spheniscus Humboldtii* et le *Spheniscus Magellanicus*, et enfin une espèce dont il n'existe encore dans les musées d'Europe qu'un seul exemplaire trouvé par l'amiral Serres, près du cap Horn, à Charruca, et qui a été décrit par M. Oustalet sous le nom de *Microdyptes serresiana*. La manière dont ces oiseaux construisent leurs nids, leur incubation, les soins qu'ils donnent à leurs jeunes, leur régime, leurs habitudes, donneront certainement lieu à des observations fort intéressantes.

D'autres oiseaux de mer sont très nombreux dans l'archipel magellanique : ce sont les pétrels, les albatros, les chionis ou bec-en-fourreau et les cormorans, dont il importe de ne pas négliger l'étude. Les œufs, les jeunes aux divers âges, les adultes dans les différents plumages devront être préparés avec soin.

L'étude des poissons, des crustacés, des mollusques et des zoophytes fournira, suivant toute probabilité, des faits nou-

(1) *Eudyptes chrysolopha*.
(2) *Eudyptes chrysocoma*.

veaux. L'expédition qui vient d'être faite récemment par le navire anglais l'*Alert* nous permet de l'espérer. Effectivement, ce bâtiment explora l'extrémité australe de la Patagonie, et des collections importantes furent faites par le docteur Coppinger dans la partie orientale de la région magellanique, dans le voisinage de l'archipel Madre-de-Dios, sur la côte ouest de la Patagonie et plus au nord, jusqu'à Coquimbo.

Le nombre des espèces marines inconnues découvertes pendant ce voyage est considérable. Elles comprennent 4 poissons, 27 mollusques, 6 bryozoaires, 5 crustacés, 10 échinodermes, 3 cœlentérés et 15 spongiaires. Un tel résultat, obtenu en peu de temps, est bien fait pour encourager les naturalistes qui se préparent à explorer les mers magellaniques.

Nous ne connaissons que d'une manière très imparfaite les poissons qui y vivent; nous savons que le genre *Notothenia* y est représenté par plusieurs espèces, dont quelques-unes se trouvent aussi dans les parages de la Nouvelle-Zélande. Forster a rencontré en abondance, au milieu des amas de *Kelp*, dont les côtes du cap Horn sont encombrées, un autre petit poisson qui a beaucoup d'affinités avec les notothénias, et qui constitue un genre particulier, désigné sous le nom de *Harpagifer*. Parmi les espèces caractéristiques de la faune antarctique, nous citerons aussi la petite famille des Galaxides, dont une espèce, le *Galaxias attenuatus*, habite depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'au Chili. Beaucoup d'autres espèces, moins bien caractérisées, ont été capturées dans les mers de l'Amérique australe. Mais on est certainement loin d'avoir épuisé l'étude de cette partie de la faune.

Nous pouvons en dire autant des animaux de la classe des crustacés. Les îles nombreuses qui avoisinent l'extrémité sud du continent américain ont fourni aux naturalistes quelques espèces fort remarquables et inconnues dans les autres régions du globe. Tels sont les séroles, que le voyageur américain Eights prit d'abord pour des trilobites, mais qui, en réalité, prennent place dans le groupe des isopodes. On en a distingué cinq espèces différentes. Beaucoup de crustacés décapodes semblent caractériser la faune magellanique : les eurypodes, les halicarcinus, les peltarions, par exemple; mais d'autres sont fort intéressantes, à raison des ressemblances qu'ils offrent avec des espèces propres à des régions lointaines : tels sont les lithodes, dont quelques représentants vivent aussi dans les mers du nord, tandis que la zone équatoriale en est tout à fait dépourvue.

Certaines formes boréales ont aussi été signalées dans les mers antarctiques : tel est un isopode du genre *Arcturus*, trouvé par Ross, et qui ne lui parut différer en rien de l'*Arcturus Baffinii* de l'océan Arctique. Un isopode, le *Lysianassa magellanica*, découvert par d'Orbigny dans l'estomac d'un poisson pêché au sud du cap Horn, est identique à une espèce des mers du nord, et particulièrement des côtes de Norvège. Ce crustacé, qui paraît être un nageur habile, vit dans les grandes profondeurs de la mer, là où la température présente sur toute la surface du globe une assez grande uniformité, et l'on est en droit de supposer que c'est en suivant les grandes déclivités de l'Océan que ces animaux passent d'un pôle à l'autre et sans jamais se montrer à la surface dans les régions équatoriales.

Pour résoudre ces questions de zoologie graphique, il serait indispensable de multiplier dans les mers magellaniques les dragages à des profondeurs graduées, car, jusqu'à présent, nous ne connaissons guère que les animaux qui vivent sur les côtes, et nous n'avons que bien peu de renseignements sur les espèces qui habitent au-dessous de 200 mètres. Nous ne saurions trop recommander au chef de la mission du cap Horn de ne négliger aucune occasion d'explorer, à l'aide de dragues, de chaluts et de filets traînants, les profondeurs de la haute mer aussi bien que les canaux qui séparent les îles magellaniques : ce sera là certainement que se feront les plus riches récoltes et les découvertes les plus importantes. L'étude des courants sous-marins et de leur température permettra aussi sans doute d'expliquer bien des faits difficiles à comprendre et relatifs à la distribution des animaux. Par les temps calmes, il serait également utile d'écumer la surface de la mer, à l'aide de filets à mailles très fines, afin de recueillir les petits mollusques et les petits crustacés pélagiens, qui s'élèvent des profondeurs et se montrent souvent en bancs pressés. Nous espérons que l'état de la mer permettra ces recherches, et que la *Romanche* pourra consacrer aussi quelque temps à l'exploration des Falkland et de quelques autres îles de l'archipel magellanique (1).

ALPH. MILNE EDWARDS.

ANTHROPOLOGIE

Les influences climatériques.

Nous nous proposons de rechercher les chances d'acclimatement des Européens dans les régions transatlantiques, mais surtout dans les régions tropicales.

Une pareille recherche est devenue nécessaire à une époque où, par suite, soit du renchérissement continu de la vie matérielle au pays natal, soit du désir d'échapper aux rigueurs, devenues excessives aujourd'hui, du service militaire, soit de la rapidité et du bon marché relatif des moyens de transport, soit enfin du bas prix des terres aux lieux de destination — l'Europe envoie, chaque année, des centaines de milliers d'émigrants dans ces régions.

Seulement, il ne faut pas se le dissimuler, une étude de cette nature rencontre dans la rareté, dans l'insuffisance des documents officiels, dans la circonspection avec laquelle il importe de les interpréter, de graves difficultés. Elles expliquent la variété des opinions qui se sont produites, plus ou moins récemment, sur les possibilités d'acclimatement de l'Européen dans les divers pays que nous allons examiner.

---

(1) Cet article est la reproduction d'un rapport lu à l'Académie des sciences de Paris, par M. Alph. Milne-Edwards, dans la séance du 5 juin 1883.

Qu'est-ce que l'acclimatement? Le docteur Boudin le définit ainsi : « C'est la faculté de vivre en pays étranger, et, en outre, la faculté de s'y reproduire, et d'y *faire souche.* »

M. le docteur Simonot, dans un mémoire lu au congrès médical de Paris en 1866, a développé cette définition dans les termes suivants : « L'acclimatement dans les pays chauds n'est acquis aux races européennes qu'à la condition de s'y maintenir d'une manière durable par leur propre sang, et de subvenir à leur subsistance par leurs propres forces. » M. le professeur Bertillon décrit ainsi les conditions de l'acclimatement : « Quand un être change de climat ou seulement de localité, si le milieu nouveau est différent de l'ancien, des conditions nouvelles d'existence sont produites; la nature des rapports qui relient l'individu à ce milieu est changée; de là une modification légère ou profonde, mais nécessaire, de l'organisme. Si ces modifications paraissent compatibles avec la vie, avec la santé future, on dira que l'acclimatement s'effectue. Il est acquis quand, ces modifications achevées, l'harmonie rétablie, l'individu a recouvré les attributs de la santé, et, entre autres, les forces nécessaires pour opérer sa subsistance et la faculté de perpétuer sa race, race modifiée, acclimatée (*Dict. des sc. médic.*, art. *Acclimatement*). »

L'action morbigène des changements brusques de climats n'a pas échappé aux pères de la médecine : *Consuetudo longo tempore, etiamsi deterior sit, insuetis minus molesta solet*, a dit Hippocrate (sect. 2, aph. 50). — *Nihil magis sanitati insidias struit quam subito rerum consuetarum mutatio,* a dit Celse (*De re medica,* liv. I).

Il n'est pas jusqu'aux changements de climat dans un intérêt de santé, qui n'aient leurs dangers, et aujourd'hui le médecin expérimenté hésite à les conseiller. « On sait maintenant, dit Léon Colin dans ses recherches sur la morbidité militaire, combien est redoutable en général la transition, sur laquelle on avait tant compté autrefois pour guérir ou enrayer la phtisie, d'un climat froid à un climat méridional. Que de fois les formes aiguës se sont brusquement substituées à la marche lente de l'affection chez les phtisiques du nord de la France se rendant dans une station méditerranéenne! C'est en Australie que les troupes anglaises perdent leur maximum de phtisiques. Aux Indes même, où il y a tant et de si grandes causes léthifères, Bryden établit que la phtisie est une des trois maladies les plus dangereuses dans les régiments nouvellement venus d'Europe.

Quelles sont donc les difficultés que rencontre l'acclimatement dans les pays chauds? Voici, sur ce point, l'opinion des meilleurs observateurs.

« Deux grandes questions dominent l'hygiène du séjour dans les régions transatlantiques : la misère et les *marais* (Bouchardat). » L'éminent hygiéniste aurait pu ajouter : le défaut d'appropriation aux exigences climatériques du pays, surtout au point de vue diététique.

D'après M. Simonot, « l'élévation de la température n'est pas un obstacle absolu à l'acclimatement, mais bien l'existence du *miasme paludéen.* Il ne faudrait cependant pas croire que l'acclimatement n'a pas à tenir compte, dans les localités sans miasmes, de l'élévation de la température et de ses vicissitudes; mais, en l'absence du miasme paludéen, elle ne rend pas l'acclimatement impossible. Il est aujourd'hui de notoriété publique qu'à la mer, l'état sanitaire des équipages, quoique confiné dans un espace restreint, se maintient satisfaisant même sous les latitudes équatoriales, et qu'on ne voit surgir les maladies qu'à l'approche des terres où sévit le miasme, alors que le navire pénètre dans le cercle de rayonnement des endémies locales. » (Congrès de Paris de 1866).

M. Léon Colin croit, au contraire, à l'influence des *hautes températures continues* comme au plus grand obstacle à l'acclimatement des Européens dans les régions équatoriales : « Ce sont ces températures, dit-il, beaucoup plus que les températures maxima qui font pour l'Européen le danger des pays chauds. Dans ceux de ces pays où il existe un hiver, l'organisation se refait, la santé s'améliore, les forces reviennent pendant sa durée. En Algérie, la santé, fortement compromise en été, devient sensiblement meilleure en hiver. La mortalité y diminue de décembre à mai. »

« Voulez-vous la preuve de l'existence de l'impaludisme dans un pays? dit le docteur Lombard (*Congrès médical de Paris*), recherchez la saison dans laquelle tombe le maximum des décès. Si c'est en été, tenez pour certain que le pays de ce maximum est essentiellement marécageux. » Et le savant physiologiste le prouve sans réplique en montrant que, dans tous les États européens, dont la mortalité *par mois* est connue, c'est dans les régions à vastes surfaces marécageuses que le maximum de mortalité se produit pendant la saison chaude. Partout où ces surfaces ont *été supprimées*, le maximum est revenu se placer dans la saison froide.

« Les influences palustres sont mortelles dans les pays chauds (Boudin). » — « L'effet incontestable des températures élevées sur les races européennes est, tout d'abord, une exaltation fonctionnelle, que ne tarde pas à remplacer un état anémique dont la rapidité et l'intensité varieront suivant la race et seront d'autant plus grandes que cette race appartiendra plus au nord de l'Europe (Simonot). »

« Les maladies des Européens dans les climats chauds, maladies qui atteignent, pour eux, leur maximum d'intensité, sont les fièvres intermittentes et rémittentes, les hépatites et les dysenteries (le même). »

L'acclimatement, toutes choses égales d'ailleurs, est une question d'âge, de sexe, d'origine, de santé et de régime. L'adulte jeune encore luttera plus efficacement contre les influences morbifères que l'enfant ou l'homme arrivé à sa pleine maturité et surtout que le vieillard. A égalité d'âge, la femme s'acclimatera plus facilement que l'homme. L'Européen du midi s'acclimatera beaucoup mieux dans les régions chaudes que l'Européen du nord. L'immigrant qui jouit d'une forte santé a évidemment plus de chances d'acclimatement que l'immigrant maladif. Enfin celui qui adapte son régime à toutes les exigences du climat nouveau triomphera plutôt des dangers résultant de son insalubrité, que l'imprudent qui entendra continuer, dans tous ses détails, son existence au pays natal (tous les observateurs).

Ajoutons que, dans les régions intertropicales, l'insalubrité n'est pas la même partout. Il est certain que celui qui s'établira sur les lieux élevés, à l'abri des émanations paludéennes, vivra plus longtemps que l'habitant de la zone maritime, où se trouvent habituellement les marais.

N'oublions pas que l'acclimatement est aussi une question de bien-être et que l'immigrant riche ou aisé aura, dans sa lutte contre le climat, des ressources qui manqueront au colon indigent. Il entre donc des éléments très nombreux dans la solution du problème.

Ces observations préliminaires nous ont paru pouvoir précéder utilement l'étude qui va suivre.

AFRIQUE.

C'est la partie du monde où l'acclimatement paraît présenter les plus grandes difficultés pour l'Européen.

1° *Égypte.* — Le docteur Boudin (*Géographie médicale*) considère comme mortel pour lui le versant méditerranéen de la côte d'Afrique et particulièrement l'Égypte. Le docteur Bertillon partage cette opinion (*loco citato*). Mais elle n'est pas confirmée par les rapports du docteur Aubert Roche, qui a installé et dirigé le service sanitaire des ouvriers et employés européens occupés au creusement du canal de Suez. Ce médecin a affirmé la parfaite innocuité, pour eux, non seulement du séjour en Égypte, mais encore des grands mouvements de terrains auxquels a donné lieu le percement de l'isthme. Il est vrai qu'ouvriers et employés avaient été l'objet d'une sélection toute spéciale aux points de vue de l'âge et de la santé. Tous, en outre, s'étaient soumis au régime prescrit par le chef du service sanitaire, qui avait pris les mesures les plus propres à conjurer les influences pernicieuses du sol.

Si le docteur Aubert-Roche paraît croire, sinon à l'acclimatement définitif, au moins à ce qu'on est convenu d'appeler le *petit acclimatement*, qui permet à l'immigrant de vivre, tant bien que mal, sous le nouveau climat, mais sans pouvoir s'y reproduire, son confrère le docteur Schnepp, médecin sanitaire de France à Alexandrie, affirme que « les recherches les plus munitieuses n'ont pas permis de retrouver dans le pays une seule famille étrangère qui ait prospéré et se soit propagée dans une suite de générations. Si une colonie étrangère ne s'épuise pas en Égypte, c'est qu'elle est sans cesse entretenue par une immigration successive ». Telle est également l'opinion du docteur Pruner-Bey, cité par M. Bertillon.

Le docteur Boudin (*Journal de la Société de statistique de Paris, 1860*) cite, de son côté, comme une preuve de l'inacclimatement des races étrangères en Égypte, le fait, attesté par Volney, de l'impossibilité pour les Mamelouks (originaires du Caucase) de *faire souche* dans ce pays, bien que se mariant avec de jeunes et fortes femmes, originaires, comme eux, de Géorgie et de Mingrélie.

2° *Abyssinie.* — Très peu d'Européens se hasardant à traverser ce pays, à plus forte raison, à y séjourner; on sait peu de choses des obstacles que leur acclimatement y rencontrerait. On n'a guère, sur ce point, que des appréciations de voyageurs. « A Massoua, a écrit M. Reffray (*Voyage en Abyssinie*), il ne règne aucune maladie épidémique ou endémique. Mais les Européens y deviennent promptement anémiques, et malheur à eux s'ils sortent en plein midi dans la saison chaude ! »

3° *Fernando Pô.* — Le docteur Burton, dans une lettre adressée au *Times* le 18 avril 1864, raconte ainsi qu'il suit son voyage à cette île, située, comme on sait, sur la côte occidentale d'Afrique (golfe de Guinée) : « Un singulier spectacle appela mon attention à mon débarquement à Santa-Isabel, le port et l'établissement unique de la nouvelle colonie espagnole. Des hommes pâles et languissants ou étaient assis sous leurs vérandas, ou se promenaient d'un pas maladif dans des rues pleines d'herbes, avec une cigarette à la lèvre inférieure. Comme je demeurais près de l'hôpital militaire, il m'arrivait souvent de voir, de ma chambre, sortir je ne sais quoi de recouvert de blanc que des hommes portaient sur leurs épaules. Bref, j'appris que les Européens mouraient ici avec une rare persistance dans la saison sèche, de novembre à avril. Après trois années de service, sur 155 soldats de ligne, véritables hommes d'élite, 47 seulement avaient revu l'Espagne. La saison des pluies est très défavorable aux nègres libres et aux anciens colons d'origine anglaise. En mars 1862, la fièvre jaune, ce triste cadeau de la rivière marécageuse appelée le Grand-Bony, emporta 78 blancs sur 250. »

M. Burton raconte ensuite que les Pères de la mission des jésuites ayant eu la bonne idée de fonder une station à environ deux milles du port, à une altitude de 500 pieds anglais, et s'y étant maintenus en bonne santé, le gouverneur se décida d'abord à y faire construire une maison en bois, où il s'installa, puis à fonder, sur un plateau encore plus élevé, un hôpital militaire. Or d'une part, sa santé, longtemps chancelante, se rétablit, et, de l'autre, tous les militaires malades qui étaient transportés à cet hôpital (à une altitude de 1200 pieds anglais) guérissaient avec une rapidité surprenante. Ainsi, en quittant le rayon de l'influence paludéenne du littoral, les Européens paraissent pouvoir conserver leur santé dans cette île africaine ; mais s'y acclimatent-ils ?

4° *Madagascar.* — Le séjour de la plus grande partie de cette île paraît être meurtrier pour les Européens, surtout le long du littoral. Il paraît en être autrement dans la région du nord. Voici l'opinion, à ce sujet, d'un officier de la marine française, M. Sachet : « Le nord de l'île offre les meilleures conditions possibles de salubrité, soit que les courants d'air de la partie sud ne se dirigent pas de ce côté, soit que, par son heureuse condition, sa disposition naturelle, son *élévation au-dessus du niveau de rivières profondément encaissées*, le sol présente partout un terrain très sec et *sans marais*. Toujours est-il que là seulement se rencontre la région salubre de Madagascar, la seule favorable à l'établissement d'une colonie européenne. » D'autre part, on lit dans un rapport adressé, en 1817, à l'amirauté anglaise par le lieutenant de vaisseau Wine : « Je ne connais aucune cause d'in-

salubrité qui s'oppose à l'établissement d'une colonie importante dans le nord de l'île. L'épreuve que nous avons faite a été satisfaisante; mon équipage, composé de 70 Européens et noirs, n'a ressenti aucune incommodité de passer les nuits en plein air, à terre, sans être couvert; je n'ai eu, pendant mon séjour, aucun malade. Les naturels ne connaissent aucune maladie périodique. »

5° *Côte-d'Or* (Guinée septentrionale). — « Elle appartient, dit M. Colin (*Expéd. angl. à la Côte-d'Or, 1874*), à l'une des régions qui ont été considérées, à juste titre, comme type des climats insalubres. Il n'est peut-être aucun pays au monde où l'homme de race blanche puisse se trouver aux prises avec des influences météoriques et telluriques aussi redoutables... Les documents officiels prouvent l'énormité du danger que ces résidences *(Cape coast,* Gambie et Sierra-Leone) font courir à l'Européen. D'après ces documents, le seul fait de résider dans un de ces trois forts constitue, pour le soldat européen, un danger aussi grand que l'invasion d'une épidémie très grave, fièvre jaune ou choléra. »

Depuis, l'Angleterre a eu l'heureuse idée de substituer, dans ses possessions africaines, des régiments de noirs aux régiments européens, les premiers supportant beaucoup mieux les influences climatériques. Et, en effet, le rapport des maladies et des décès aux effectifs a considérablement diminué depuis.

6° *Sierra-Leone.* — D'après les statistiques anglaises, on comptait annuellement de 1817 à 1837, sur une garnison de 1000 hommes, 2973 entrées à l'hôpital et 483 décès... C'etait l'époque des garnisons européennes.

La population noire elle-même est fort éprouvée. En 1860, elle avait eu 747 naissances, 1093 décès et 82 mariages; en 1861, 960, 985 et 81. La situation avait été un peu meilleure cette dernière année. En 1868, la population de Sierra-Leone était de 42 229 indigènes, dont 125 blancs seulement. Cette même année et les deux suivantes, les relevés de l'état civil ont donné les résultats suivants :

	Naissances.	Décès.	Mariages.
1868	843	936	273
1869	658	874	362
1870	844	1062	218

Ainsi, même pour les noirs, qui sont en quelque sorte chez eux, on observe une mortalité constamment supérieure à la fécondité.

7° *Gambie anglaise.* — Là aussi les Européens ne comptent que pour un petit nombre d'unités (145 en 1870) sur une population totale de 14 178 habitants. Or l'état civil de cette population, quoique assez irrégulièrement tenu, indique un excédent constant des décès sur les naissances.

8° *Sainte-Hélène.* — Cette île justifie-t-elle la notoriété de salubrité que lui attribuent plusieurs ethnographes, et notamment le docteur Bertillon? Les actes de l'état civil témoignent dans le sens contraire, en indiquant, à peu près constamment, un excédent des décès sur les naissances. Les recensements signalent en outre une diminution de la population (6860 en 1861; 6240 en 1871).

9° *Ile Maurice* (que nous croyons pouvoir classer dans la zone africaine par suite de son voisinage de Madagascar). — D'après les documents coloniaux, la population de cette île aurait assez notablement diminué de 1861 à 1871. Et cependant, à un excédent très élevé des décès en 1858, succède, pour la population générale (dont on n'indique pas l'origine), une supériorité, d'abord assez faible, des naissances (3721 et 3369) en 1860, puis très caractérisée (4190 et 4658) en 1870. L'année 1858 avait peut-être été éprouvée par une épidémie meurtrière. En ce qui concerne les anciens noirs esclaves, les décès, de 1859 à 1861, ont dépassé les naissances dans la proportion de 100 pour 75, et pour les immigrants hindous ou chinois, de 100 pour 93.

La mortalité de la garnison anglaise, de 24 pour 1000, de 1838 à 1855, serait tombée à 18,23, de 1859 à 1868.

10° *Ile de la Réunion.* — Un recensement effectué en 1847 dans cette possession française (anciennement île Bourbon) porte le nombre de ses habitants à 31 818, dont 16 182 du sexe masculin et 15 636 du sexe féminin. Ce faible écart entre les deux sexes indique une population placée dans des conditions normales et probablement acclimatée.

Les documents du ministère de la marine lui attribuent les relevés d'état civil ci-après, sur 100 habitants, de 1843 à 1847, avec la distinction — qui a cessé d'être faite à partir de 1848 — de la population libre (blanche et de couleur) et de la population esclave :

Population		Mariages.	Naissances.	Décès.	Décès pour 100 naissances.
Libre	blanche . .	0,98	14,14	2,76	68
	de couleur .	0,86	3,51		
Esclave		0,23	2,38	2,63	153

La regrettable confusion des blancs et des mulâtres dans la coefficient mortuaire ne permet pas de déterminer la part afférente aux uns et aux autres dans ce coefficient. Pour les esclaves, l'excédent des décès se reproduit dans toutes les colonies où le noir, mis en servitude, est employé aux pénibles et dangereux travaux de la culture industrielle. Ici les influences climatériques, si elles existent pour les noirs, disparaissent devant l'insalubrité de cette culture.

11° *Sénégal.* — C'est la plus insalubre de nos colonies, qui, d'ailleurs, le sont toutes à des degrés divers. Son insalubrité revêt, dans certaines années, comme en 1881, par exemple, les proportions les plus redoutables.

Voici, d'après les documents du ministère de la marine, le relevé moyen annuel de l'état civil déduit des années 1843-44-45-47, séparément pour les Européens et les indigènes. (Rapport à 100 habitants.)

	Naissances.	Décès.	Décès pour 100 naissances.
Européens	4,51	17,73	391
Indigènes	2,36	2,92	124

12° *Cap.* — Cette colonie nous permet de faire un instant diversion aux sombres tableaux qui précèdent de l'extrême insalubrité des possessions européennes sur le littoral africain.

Les statistiques anglaises — qui deviennent de plus en plus muettes sur le mouvement annuel de la population dans leurs colonies, autres que celles de l'Australie — lui attribuent, pour l'année 1856 (la seule, pour laquelle nous connaissions le relevé de l'état civil), 11 217 naissances, 3821 décès seulement (?) et 1410 mariages pour une population, à cette époque, de 267 096 habitants. En 1865, un nouveau recensement — probablement plus exact que le précédent, — en portait le chiffre à 566 149, dont 187 430 blancs. En 1875, un troisième recensement, cité par le docteur Bertholon (*de la vitalité des races du nord dans les pays chauds exempts d'impaludisme,* 1877), aurait attribué aux Européens un chiffre de 236 782 habitants, soit, en onze années, un accroissement de 49 352. Cet accroissement, s'il est absolument exact, est dû autant à l'immigration qu'à l'excédent des naissances sur les décès, la découverte des terrains diamantifères ayant attiré au Cap un grand nombre d'aventuriers de tous les pays du monde, à l'exception de la Hollande. « On ne peut pas dire des Hollandais, écrit le docteur Bertholon, comme des Européens dans d'autres pays chauds, que leur race s'entretient par l'immigration, puisque, la colonie étant devenue anglaise, ils ont cessé de s'y rendre. Leur race, comme la nôtre au Canada, s'est donc trouvée absolument séparée de la mère patrie,... qu'on n'aille pas croire cette population dégradée par l'action d'un climat chaud... le paysan a gardé ses anciennes habitudes; elles rappellent son origine,... le physique est assez bien conservé et même avantageusement modifié. »

« Ainsi, voilà une race septentrionale, qui a quitté les plaines froides, humides et brumeuses de sa patrie, pour s'établir dans un pays chaud, sec et à vive lumière. S'est-elle au moins établie sur les hauteurs ? Non. S'est-elle établie dans la partie méridionale pour avoir une moindre chaleur ? Non ; elle s'est, au contraire, portée au nord. S'est-elle croisée avec les indigènes ? En aucune manière ; ces Hollandais ne se marient qu'entre eux, et il ne naît, chez eux, de métis que par accident. » (Peterman, *Communications géographiques,* 1872, p. 191.)

Mentionnons encore la diminution de la mortalité de la garnison anglaise au Cap. De 15,9 pour 1000 de l'effectif en 1857, elle est tombée à 9 en 1862, pour remonter accidentellement à 11,1 en 1863, et revenir à 8,71 en 1864, soit le même rapport que dans la mère patrie.

13° *Algérie.* — Étudions séparément les recensements et les mouvements annuels de la population. Le dernier dénombrement de la population européenne a été opéré en 1876. Il a mis en lumière un accroissement de 400 350 habitants. Par rapport à 1872, cet accroissement peut n'être qu'apparent pour partie, en ce sens qu'on aurait réparé en 1876 de fortes omissions commises en 1872 ; mais il peut être aussi le résultat partiel du progrès des immigrations, et, dans une certaine mesure, de l'excédent des naissances sur les décès (1).

La composition par état civil de la population européenne de l'Algérie jette une certaine clarté sur le degré de son acclimatement, les rapports, au total des habitants, des mariés, célibataires et veufs, se rapprochant de plus en plus de ceux qu'on observe en Europe et notamment dans la mère patrie. Or voici quels étaient ces rapports en 1876, rapprochés de ceux qui existaient en France d'après le dénombrement de la même année.

	Sexe masculin.		Sexe féminin.	
	Algérie.	France.	Algérie.	France.
Enfants et célibataires. .	55,27	53,33	41,34	48,26
Mariés	42,12	41,30	49,52	40,84
Divorcés	0,40	»	0,52	»
Veufs	2,20	5,37	8,62	10,90

Et, tout d'abord, sauf en ce qui concerne les veufs, beaucoup plus nombreux en France, les rapports qui précèdent ne signalent pas, entre les deux pays, des écarts trop sensibles, ce qui est l'indice d'une régularité croissante dans la composition de la population algérienne et, par suite, d'un certain progrès de son acclimatement. Le nombre des enfants et célibataires du sexe masculin est notablement plus élevé en Algérie, l'émigration pour les pays étrangers portant généralement, au moins tout d'abord, sur des célibataires adultes de ce sexe. Les mariés du même sexe ne diffèrent que très faiblement dans les deux pays ; mais il en est autrement pour les mariées, beaucoup plus nombreuses en Algérie, probablement parce que beaucoup de femmes d'un état civil douteux y prennent indûment ce titre. On peut donner la même explication du chiffre tout à fait anormal des veuves.

Les écarts au point de vue des âges sont plus considérables :

	France.	Algérie.
Enfants (0 à 15 ans)	27,12	34,00
Adultes (15 à 60 ans).	61,04	60,53
Vieillards (plus de 60 ans).	11,82	4,90
Ages inconnus	0,02	0,57
	100,00	100,00

Ainsi l'Algérie a notablement plus d'enfants, à peu près autant d'adultes, beaucoup moins de vieillards et plus d'individus d'âges inconnus, probablement par suite d'une plus grande difficulté de les constater.

Ces différences avec la mère patrie pourraient s'expliquer dans une certaine mesure, si nous connaissions les immigrations et les émigrations par âges. Nous saurions peut-être ainsi que le petit nombre relatif de vieillards en Algérie a beaucoup moins pour cause une mortalité hâtive, que des retours dans la mère patrie aux âges avancés. Et disons, à ce sujet, que, pour les colonies situées à une faible distance de la métropole et où le mouvement d'aller et de retour entre

(1) En supposant que, dans les cinq années de 1872 à 1876, l'excédent des arrivées dans la colonie sur les départs ait été, comme en 1879, de 23 000 en nombre rond, on aurait eu une immigration totale de 115 000 personnes; ce qui ne suffirait pas à expliquer l'accroissement de 400 000 habitants constaté en 1876. L'excédent des naissances sur les décès l'expliquerait encore moins. Il y a donc lieu de croire que le recensement de 1876 a été beaucoup plus exact que le précédent.

les deux pays est considérable par suite de la facilité des moyens de communication, les conditions de l'acclimatement sont bien moins appréciables que là où le retour au lieu d'origine rencontre les obstacles résultant de l'éloignement et de la cherté des transports.

Avant d'arriver à l'étude des relevés de l'état civil, donnons, d'après un document officiel, un renseignement intéressant, mais qui ne permet pas de préjuger les différences de mortalité entre les diverses races européennes établies en Algérie; — c'est la morbidité par race.

Si l'on rapporte aux populations moyennes respectives, déduites des recensements de 1866 et 1872, le nombre moyen annuel des admissions aux hôpitaux civils, on trouve, pour 100 habitants de chaque nationalité, les proportions ci-après :

Juifs.	Espagnols.	Français.	Anglo-Maltais.	Allemands.	Italiens.	Divers.
—	—	—	—	—	—	—
2,36	11,51	18,52	19,45	27,02	29,65	30,92

L'immunité exceptionnelle des juifs — qui se rencontre, au surplus, dans tous les pays où ils se sont établis — peut s'expliquer, en grande partie, par ce fait, qu'il s'agit ici des juifs indigènes naturalisés, c'est-à-dire acclimatés depuis longtemps. Remarquons toutefois que leur morbidité est sensiblement moindre que celle des Arabes et Kabyles, qui, malgré leur répugnance pour nos hôpitaux, y entrent dans la proportion de 6,63 admissions pour 100 habitants. On serait tenté d'expliquer le petit nombre relatif de malades d'origine espagnole par une certaine analogie de climat, si cette analogie n'existait pas également pour les Italiens, dont le coefficient de morbidité est cependant beaucoup moins favorable. C'est ici probablement que le degré de bien-être et peut-être les différences d'âge et de sexe jouent un rôle important, mais que nous ne connaissons pas.

Les Allemands ne paraissent pas avoir, en Algérie, cette aptitude à l'acclimatement que des documents dignes de foi leur attribuent dans d'autres climats chauds.

Mais, de toutes les populations européennes, ce sont les nationalités diverses qui payent le plus lourd tribut à la maladie. Quelles sont ces nationalités ? Il eût été utile de les faire connaître, dans l'intérêt de l'ethnographie autant que de la colonisation. La nature des principales maladies traitées dans les hôpitaux algériens est une des indications caractéristiques de la nature des influences climatériques ; voici ces maladies en 1879, séparément pour les civils et les militaires, rapportées à 100 traités :

	Malades.	
	Civils.	Militaires.
	—	—
Fiévreux	59,17	57,64
Blessés (1)	28,82	27,83
Vénériens	8,30	14,24
Galeux	0,06	0,29
Aliénés	1,08	»
Autres cas	2,57	»
	100,00	100,00

(1) Troubles de l'Aurès en 1879.

Ce sont les fiévreux qui dominent et dans la proportion de plus de moitié. C'est le résultat incontestable de l'influence climatérique.

Si l'on étudie le classement des maladies dans les hôpitaux de chacun des trois départements, on constate que c'est celui d'Oran qui compte le moins de fiévreux et qui, à ce point de vue, paraît présenter la moindre insalubrité.

La mortalité dans les hôpitaux, calculée pour les trois années 1876-78, a été, pour les malades *civils,* de 7,51 décès pour 100 traités (9,53 en France en 1877, 9,03 en 1876) ; et pour les malades *militaires,* de 1,05. Évidemment, les admissions aux hôpitaux militaires ont lieu, le plus souvent, pour des cas légers ; les malades sont, en outre, tous jeunes ; par suite, dans les conditions d'âge et de vigueur les plus favorables pour la guérison.

C'est dans le mouvement annuel de la population que nous allons trouver les indices d'acclimatement les plus sûrs. Nous voulons supposer que les publications officielles à ce sujet ne méritent pas les reproches que certains critiques leur ont adressées d'être des documents de complaisance établis dans une intention déterminée.

Voici d'abord les renseignements relatifs à la période 1867-73 (moyenne annuelle) :

	Naissances.	Décès.	Mariages.
	—	—	—
Totaux	8895	9914	2023
Pour 1000 habitants	35,50	41,27	0,84

En déduisant les décès militaires, le total des décès pour la période entière descend de 59 666 à 50 894 (8482 par an et 35,20 pour 1000 habitants). La différence au profit des naissances est alors de 2477, soit 95,35 décès pour 100 naissances. L'excédent, comme on voit, est bien faible; mais enfin il existe, et l'on peut dire que l'acclimatement commence, la colonie étant en mesure de se développer sans le secours de l'immigration.

En confondant les adultes et les enfants, et en admettant, ce qui n'est pas tout à fait exact, que les décès ci-dessus se rapportent exclusivement au territoire civil, on a les rapports sexuels suivants :

	Décès.	
	Masculins.	Féminins.
	—	—
Totaux	30 818	20 046
Pour 100 habitants	4,03	2,55

Une différence aussi considérable au profit du sexe féminin, qui ne se reproduit pas au même degré en Europe, ne peut s'expliquer que par les occupations sédentaires des femmes, et aussi par un âge moyen moins avancé.

La mortalité des enfants (probablement de 0 à 15 ans) paraît être très forte : 73,27 pour 100 décès d'adultes sans distinction d'âges. En France, mais, il est vrai, enfants et adolescents (de 0 à 18 ans) compris, le même rapport a été de 62,04. Ainsi, comme il était facile de le prévoir, le climat est surtout fatal aux jeunes âges.

Voici quelle a été, de 1867 à 1872, la différence par nationalités entre les naissances et les décès :

	Naissances.	Décès.	Excédent des Naissances.	Excédent des Décès.	Décès pour 100 naissances.
	—	—	—	—	—
Français.	27 742	27 484	258	»	99,06
Anglo-Maltais. . .	2 992	2 486	506	»	83,09
Espagnols	15 998	14 645	1353	»	90,91
Italiens	4 290	3 112	1178	»	72,54
Allemands	1 258	1 576	»	318	125,27
Autres Européens.	1 091	1 591	»	500	145,83

Ici nous trouvons des rapports différents de ceux de la morbidité. Ce sont les Italiens d'abord, puis les Anglo-Maltais et les Espagnols, qui se sont le plus acclimatés. Les Français ne les suivent qu'à une assez grande distance. Les Allemands, mais surtout les représentants des autres nationalités, ne résistent pas au climat. Pour ces deux catégories d'habitants, les coefficients de mortalité coïncident avec ceux de morbidité.

Si nous rapportons à 100 habitants de chaque nationalité les naissances et les décès, nous avons les résultats ci-après (moyenne de 1867-72 et population moyenne) :

	Naissances.	Décès.
	—	—
Français.	3,67	3,64
Espagnols	4,12	3,75
Juifs.	4,39	2,90
Italiens	4,08	2,96
Anglo-Maltais	4,50	3,74
Allemands	4,03	5,05

Bien que les Anglo-Maltais aient le plus grand nombre d'enfants et qu'en principe la mortalité soit en rapport plus ou moins étroit avec la fécondité, ils ont cependant moins de décès que les Espagnols, moins féconds. Ce sont les juifs qui, avec la plus forte fécondité après les Anglo-Maltais, ont la moindre mortalité.

La mortalité et la fécondité varient-elles, en Algérie, selon les localités ? Le document ci-après, calculé pour 1872 (année du recensement et exempte d'épidémie), répond à la question. Les rapports sont calculés pour 1000 habitants.

	Alger.		Oran.		Constantine.	
	Décès.	Naissances.	Décès.	Naissances.	Décès.	Naissances.
	—	—	—	—	—	—
Français. . .	44,47	37,74	35,51	40,11	43,15	34,72
Anglo-Maltais.	26,50	36,01	29,66	89,00	32,26	48,16
Espagnols . .	34,11	38,71	35,58	46,86	35,77	36,09
Italiens . . .	30,81	39,31	28,01	45,71	15,51	44,80
Allemands . .	55,09	25,80	57,02	47,41	36,58	42,70
Autres. . . .	44,68	46,94	12,20	10,54	11,20	21,17
Juifs.	22,90	36,95	32,76	58,55	36,90	48,86

Si l'on élimine les rapports afférents aux nationalités diverses qui ne nous inspirent aucune confiance, on constate les résultats ci-après :

1° Les Français ont, à Oran, un assez fort excédent de naissances ; ils ont plus de décès que de naissances dans les deux autres provinces ;

2° Les Anglo-Maltais ont partout, mais surtout à Oran et à Constantine, un excédent de naissances ;

3° Les Espagnols prospèrent le plus à Oran, où ils sont établis depuis longtemps ;

4° Les Italiens semblent mieux acclimatés à Oran et à Constantine qu'à Alger ;

5° Les Allemands semblent pouvoir vivre et se reproduire à Constantine ;

6° Quant aux juifs, ils ont partout la même immunité.

Plusieurs causes — que les documents officiels n'indiquent pas et ne sauraient indiquer — concourent à produire ces différences de mortalité, qui ne sauraient être dues exclusivement à des aptitudes ou des inaptitudes de races. Les professions, plus ou moins périlleuses, exercées par les colons, doivent être un des facteurs les plus importants du plus ou moins grand nombre de décès. Les juifs, par exemple, tous commerçants et, à ce titre, habitants des villes, ne sont pas exposés aux influences telluriques. Les Italiens et les Maltais, généralement pêcheurs et marchands de poissons, vivent ainsi plus à la mer que sur terre. Les Espagnols sont en majorité jardiniers dans les banlieues des villes importantes ; leur présence à Oran remonte, d'ailleurs, à une date fort éloignée (1500). Les Allemands, presque tous cultivateurs, subissent ainsi directement les émanations paludéennes.

On a prétendu que la race européenne ne parvient à s'acclimater qu'en se croisant avec les indigènes. En Algérie, les croisements ont été rares de 1867 à 1872. Sur un total de 12 140 mariages, 32 seulement ont été mixtes, savoir 13 entre Européens et Musulmans et 19 entre Musulmans et Européens. Les croisements de la race juive, très rares également, n'ont lieu qu'avec des Européens et jamais avec des Musulmans. Ainsi, sur 694 mariages de juifs, 673 ont eu lieu entre eux, 8 entre juifs et Européennes et 13 entre Européens et juives.

Le rapport du nombre moyen annuel des mariages (2023) à la population est de 0,84 pour 100 habitants, coefficient assez élevé, si l'on tient compte de l'écart entre les sexes d'après le recensement de 1872.

Il n'est pas jusqu'au rapport entre les naissances naturelles et légitimes qui n'intéressent la colonisation, les enfants illégitimes ayant, au moins en Europe, et, par les mêmes raisons, probablement aussi en Algérie, une mortalité double, dans les bas âges, de celle des seconds. Or, sur 100 naissances totales, 12,67 étaient naturelles, rapport notablement plus élevé qu'en France (7,50 maximum).

Ce rapport se décompose ainsi par race : nationalités diverses, 18,51 ; Français, 13,43 ; Allemands, 9,69 ; Espagnols, 9,09 ; Italiens, 7,87.

Enfin faisons remarquer, comme un indice du progrès de la colonisation et aussi de l'acclimatement, que le rapport sexuel dans la population, de 75 femmes pour 100 hommes en 1856, s'était déjà élevé, en 1872, à 92,68.

Nous arrivons à des documents plus récents et qui nous permettront de constater la marche dans un sens quelconque de l'acclimatement.

D'après le recensement de 1876, le rapport des femmes aux

hommes dans la population générale s'est encore élevé. L'écart n'est plus que de 3 pour 100, témoignage d'une composition de plus en plus normale de cette population.

Le relevé de l'état civil de 1876 à 1879 a permis de constater les résultats suivants, dont l'exactitude ne saurait être complète par suite de l'impossibilité où nous avons été souvent de distraire l'armée, qui ne donne que des décès et presque pas de naissances, de la population générale.

Mariages. — Leur nombre moyen annuel, déduit des 4 années 1876-79, a été de 2604. Ce nombre, rapporté à la population européenne recensée en 1876, correspond à 6,43 pour 1000 habitants (7,56 en France, où l'on compte plus d'adultes et moins d'enfants).

Naissances. — Leur nombre moyen annuel a été de 11 748, soit 1 naissance pour 33,44 habitants (pour 39 en France), ou 4,5 pour un mariage (3,4 en France).

Décès. — Leur nombre moyen annuel a été de 10 631, soit 1 pour 38,07 habitants (pour 45 en France).

L'excédent moyen annuel des naissances sur les décès est de 1117, soit, par rapport à la population, un accroissement annuel de 0 27 pour 100 (0 40 en France).

Le rapport moyen annuel des décès aux naissances, qui, dans la période 1867-73, avait été de 95,35 décès pour 100 naissances, est descendu, en 1876-79, à 90,49. L'amélioration est sensible. En 1879, la situation a été meilleure encore, l'excédent des naissances sur les décès ayant été de 1957, soit 84,12 décès seulement pour 100 naissances (56,44 seulement chez les Israélites). Si l'on déduit, la même année, les décès de l'armée (543) du total des décès, ce total s'abaisse à 9823 et leur rapport aux naissances tombe à 80 pour 100.

Voici quel a été ce rapport par nationalités :

Français.	Anglo-Maltais.	Espagnols.	Italiens.	Allemands.	Suisses.	Autres.
83,33	75,71	76,46	78,53	133,33	115,70	100,00

On voit que ce sont les Allemands, puis les Suisses et les nationalités diverses, qui sont le plus maltraités ; les Espagnols, les Anglo-Maltais et les Italiens qui le sont le moins. Les Français occupent une position intermédiaire. L'excédent des naissances paraît être encore plus favorable pour les musulmans ; mais les statistiques officielles ne sont pas complètes en ce qui les concerne.

Il ne faudrait pourtant pas se hâter de conclure qu'une race qui a plus de décès que de naissances ne s'acclimate pas. Si elle a peu de mariages et, par conséquent, de naissances, il est évident qu'elle doit finir par disparaître du sol, sans qu'on puisse absolument en induire qu'elle a succombé à l'influence délétère du climat. Mais les documents placés sous nos yeux, en répartissant les naissances par nationalités, *oublient* de faire la même distinction pour les mariages. Nous ne pouvons donc connaître leur rapport aux populations respectives, ni, par conséquent, leur fécondité.

Il n'est pas sans intérêt de savoir si, pour chaque nationalité, l'excédent des naissances sur les décès est dû aux deux sexes également, ou surtout à l'un d'eux. Or voici, pour les trois années réunies 1876-78, le rapport par sexe des naissances aux décès :

Naissances.		Décès.		Naissances pour 100 décès. Sexe.	
Garçons.	Filles.	Hommes.	Femmes.	Masculin.	Féminin.
17 701	16 970	17 913	12 199	98,81	139,10

Ainsi c'est par les femmes que l'acclimatement se produit, le sexe masculin ayant plus de décès que de naissances.

Il nous reste à rechercher, comme nous l'avons fait pour la première période, quel est celui des trois départements où l'acclimatement paraît s'effectuer dans les meilleures conditions. Nous limiterons cette étude aux résultats de l'état civil pour 1879, année normale (armée non comprise) :

	Naissances.	Décès.	Décès pour 100 naissances.
Alger.	4505	3647	80,95
Oran.	4893	3597	73,51
Constantine. . . .	2925	2579	87,86

C'est dans la province d'Oran que l'excédent des naissances sur les décès est le plus élevé, comme nous l'avions déjà constaté de 1867 à 1873. Mais il importe de faire remarquer que cette immunité relative est due surtout à la prédominance de la race espagnole, acclimatée depuis longtemps.

N'oublions pas que c'est la race juive, acclimatée également depuis longtemps, qui, à égalité de naissances, donne le moins de décès ; on retrouve partout ce privilège de race.

ASIE.

1° *Inde anglaise.* — Les documents sur l'acclimatement des Européens dans l'Inde sont rares et très discutés. Dans une conférence à *l'Association anglaise pour le progrès des sciences* (session de 1875), le docteur Monot, qui a longtemps servi dans l'Inde comme médecin militaire, a soutenu que la mortalité des Européens y serait tombée, de 60 pour 1000 dans le premier quart de ce siècle, à 15 ou 16 dans ces dernières années. C'est ainsi que, pour les 24 500 Européens au service du gouvernement anglais, la mortalité, de 1861 à 1870, n'aurait pas dépassé 17 pour 1000. Il est vrai, ajoute le docteur Monot, que ce sont des hommes choisis (*picked men*), ayant une constitution robuste, suivant en outre un régime sévère et approprié au climat.

Mais ces affirmations ont trouvé un vigoureux contradicteur dans un autre orateur du nom de Taït, qui a cité notamment le fait suivant. Un certain nombre de savants chargés par le gouvernement anglais de déterminer la durée moyenne de la vie des employés civils de l'Inde et de fournir ainsi des éléments pour la fixation des traitements et des pensions de retraite ont construit une table comparative de survie dont voici les données principales (décès pour 1000 vivants) :

Ages.	Angleterre.	Inde.
15 à 25 ans.	69	204
25 à 35 ans.	82	225
35 à 45 ans.	93	246
45 à 50 ans.	127	230

Les différences, comme on voit, sont énormes, et cependant les employés anglais dans l'Inde peuvent être considérés comme des têtes choisies, tandis que la mortalité anglaise s'applique à l'ensemble de la population.

M. Taït reconnaît que, grâce aux mesures d'hygiène prises par le gouvernement anglais, la mortalité de ses employés européens dans l'Inde a notablement diminué de 1864 à 1873; mais il estime que le docteur Monot se fait de grandes illusions sur la mesure de ce progrès. Et, en effet, ajoute-t-il, les compagnies anglaises d'assurances sur la vie, bien renseignées à ce sujet, perçoivent, dans l'Inde, pour la même somme assurée, une prime double de celle qu'elles demandent en Europe, et ces compagnies, malgré une concurrence croissante, n'ont pas cru devoir abaisser leurs tarifs ; elles exigent en outre de fortes surprimes de ceux de leurs assurés européens qui veulent voyager dans l'Inde.

Dans la conviction de M. Taït, d'accord d'ailleurs, sur ce point, avec M. Monot, l'acclimatement de l'Européen dans l'Inde n'est possible que sur les plateaux les plus élevés, aussi loin que possible des influences paludéennes, qui sont mortelles dans ce pays, surtout sur les bords du Gange. C'est en installant ses garnisons sur les hauteurs, et en réduisant progressivement la durée réglementaire du service dans l'Inde, que l'Angleterre est parvenue à réduire sensiblement la mortalité de ses troupes européennes dans ce pays.

Cette question de l'acclimatement de l'Européen dans l'Inde, si importante pour l'Angleterre, a déterminé d'autres recherches que celles de MM. Monot et Taït. Feu M. Samuel Brown, de l'Institut des actuaires de Londres, a calculé une table de survivance pour les employés des administrations civiles du Bengale et de Madras à des périodes diverses. Cette table, rapprochée de celle de Farr, indique, à tous les âges, sauf de cinquante à soixante (les survivants à cet âge étant en très petit nombre dans l'Inde), une mortalité supérieure à celle de l'Angleterre, bien que la table de Farr s'applique à l'ensemble de la population anglaise et celle des employés de l'Inde à une population choisie.

Un autre observateur, qui a longtemps vécu dans l'Inde, le docteur Cuthberg, dans un mémoire intitulé *Vital Statistics of Calcutta* (*Journal de la Soc. de stat. de Londres,* 1850, p. 170), a écrit ce qui suit : « Il reste une autre et décisive explication du petit nombre d'Anglais à Calcutta, c'est l'influence du climat. Il est démontré que la race européenne pure ne peut y vivre au delà de la troisième génération. Il n'en est pas ainsi des enfants provenant des mariages mixtes ou contractés entre des Européens et des indigènes. Ils vivent; mais ils deviennent mous et efféminés. Par un second croisement ils perdent sensiblement de leurs aptitudes physiques et intellectuelles et finissent par n'avoir plus aucune des qualités des deux races », et plus loin : — « Après les Anglais et leurs descendants, viennent les Portugais, en plus petit nombre encore; ce sont les premiers aventuriers qui aient colonisé le Bengale. Très peu sont nés en Portugal et ont conservé pur le sang de leur race; on ne peut donc les considérer comme des étrangers. En effet, de toutes les races européennes venues dans l'Inde, c'est celle qui s'est le plus mêlée aux indigènes. Mais on remarque que leurs descendants, bien que sensiblement dégénérés et n'ayant plus rien des hardis aventuriers qui suivirent Vasco de Gama et Albuquerque, ont mieux réussi que les autres étrangers. »

Le même auteur donne les rapports de mortalité ci-après par nationalité, de 1817 à 1836, pour les étrangers, et de 1832 à 1837 pour les indigènes :

	Vivants pour 1 décès.
Européens ou Anglais et descendants croisés. .	29
Portugais et Français.	8
Mahométans, Mongols et Arabes.	36
Indous de toute caste et origine	9

La plus grande mortalité des Portugais et des Français aurait pour cause, d'après le docteur Finch, toutes choses égales d'ailleurs, leur situation misérable par rapport aux Européens, et en ce qui concerne particulièrement les Portugais, leur grande fécondité. C'est également à leur fécondité qu'il faudrait attribuer la plus grande mortalité des Indous comparés aux mahométans. Le docteur Finch reconnaît, au surplus, que Calcutta est la ville la plus insalubre du monde connu.

D'après le docteur Hunt, qui a également servi comme médecin militaire dans l'Inde, on ne trouve nulle part au Bengale une troisième génération d'Anglais non croisés. Le major général Bagnold affirme que le plus ancien régiment anglais de l'Inde, le *Bombay Thougs,* quoique mariant ses hommes avec des Anglaises, n'a jamais pu, depuis le règne de Charles II, élever assez d'enfants pour recruter ses fifres et ses tambours (*Transact. de la Soc. ethnol. de Londres,* 1862).

2° *Ceylan.* — Les *Blue books* ne donnent le mouvement de l'état civil que pour l'île de Ceylan, située à peu de distance du continent indien, sauf en 1868, année éprouvée par une forte épidémie cholérique. Les naissances, de 1859 à 1870, ont été constamment supérieures aux décès. Reste à savoir si ce fait est commun aux Européens de l'île, et dans quelle proportion ils s'y trouvent par rapport aux autres races. C'est ce que le document officiel ne dit pas.

3° *Hong-Kong* (mer de la Chine). — La simple composition par sexe de la population de cette île semble devoir indiquer une situation défavorable. En 1869, on y a recensé 4889 Européens (3963 hommes et 926 femmes), et 117 091 Chinois (85 047 hommes et 32 044 femmes); en tout, 89 010 hommes et 32 970 femmes. Évidemment, dans une population ainsi constituée, on devrait constater fort peu de mariages et de naissances, par suite, un excédent considérable de décès. Or il ne paraît pas en être ainsi ; si l'état civil est régulièrement tenu en ce qui concerne les décès, le coefficient de mortalité parmi les étrangers résidents aurait été comme suit dans ces quatre dernières années : 1873, 24,50 pour 1000 ; 1875, 25,94 ; 1876, 22,92 et en 1877 — année évidemment exceptionnelle — 13,78 seulement. Pour le premier trimestre de 1878, il s'était légèrement relevé : 15,82. La même diminution n'a pas été constatée pour les indigènes. Ainsi le coefficient a été, pour les Chinois, de 22,29 en 1873, de

31,19 en 1874, de 25,74 en 1875, de 28,39 en 1876 et de 27,41 en 1877. Le document officiel auquel nous empruntons ces rapports explique par une plus grande appropriation aux exigences d'un climat semi-tropical, et surtout par un régime diététique plus sévère, la grande diminution survenue dans la mortalité des Européens.

4° *Pondichéry.* — Pour ce dernier débris de nos anciennes possessions de l'Inde, le relevé de l'état civil de 1841 à 1847 (celui des années postérieures confond les races) a signalé les mouvements de population ci-après (pour 100 habitants).

	Mariages.	Naissances.	Décès.	Décès pour 100 naissances.
Créoles	0,93	3,63	3,29	90
Métis	0,79	4,69	5,40	116
Indigènes . . .	0,71	1,84	1,90	103

Ainsi, seuls, les créoles paraissent se maintenir dans le pays par l'excédent, assez faible il est vrai, des naissances sur les décès. La mortalité des métis permet de croire à leur complète disparition dans un temps donné, à moins d'une modification tout à fait imprévue dans le mouvement de leur population (1). Les indigènes ne pourront se maintenir que par l'immigration.

Le document qui nous occupe s'applique à notre possession tout entière et non à la ville de Pondichéry, où un médecin de marine, le docteur Huillié (*Arch. de méd.,* nov., t. VIII et IX), assure qu'on a relevé, en moyenne annuelle, 300 naissances pour 246 décès de 1856 à 1864.

5° *Cochinchine française.* — Nous ne connaissons aucune publication officielle sur la vitalité de la petite population européenne qui s'est établie, à la suite de notre conquête, dans cette partie de l'Indo-Chine ; mais des renseignements indirects nous permettent d'affirmer l'insalubrité du pays.

OCÉANIE.

1° *Australie.* — Ici les documents abondent et ils sont tous favorables. Il est vrai que ce sont les Anglais qui ont fondé les colonies australiennes, et on sait qu'ils ont mis la main sur les régions les moins insalubres. Si l'Inde fait exception, et encore dans une mesure décroissante, grâce à d'excellentes mesures hygiéniques, les pertes qu'ont longtemps subies leurs garnisons trouvent, dans la grandeur des intérêts commerciaux et politiques, des compensations considérables.

L'Australie forme la plus grande partie du vaste continent océanien et de beaucoup la moins marécageuse. La population européenne s'y accroissait déjà rapidement à la fois par l'immigration et l'excédent des naissances sur les décès, lorsque la découverte des mines d'or de Victoria vint provoquer un afflux énorme de cette même population. Mais, à cette époque, la salubrité du pays était déjà connue. Les journaux de la localité avaient notamment publié le relevé de l'état civil de 1846 à 1855 pour une partie de la colonie, et ce relevé avait été des plus favorables.

Les documents recueillis postérieurement pour la colonie tout entière n'ont pas été moins concluants et l'accroissement de sa population, par l'excédent constant des naissances sur les décès, lui attribue une très grande salubrité. Nous croyons inutile de les reproduire, car ils concluent tous dans le même sens, aussi bien pour la *Nouvelle-Galles du Sud* que pour *Victoria,* l'*Australie du Sud* et l'*Australie occidentale.*

2° La *Tasmanie* (séparée par le détroit de Bass du continent australien) mérite d'appeler quelques instants notre attention ; car, si les documents officiels sont exacts, elle est certainement le pays le plus salubre du monde. En effet, en rapprochant les décès du nombre des habitants, tels qu'ils ont été recensés en 1859, 1861 et 1870, on trouve les coefficients ci-après bien moins élevés que ceux de l'Angleterre et même des pays scandinaves qui ont, en Europe, la moindre mortalité.

	Population.	Décès.	Habitants pour 1 décès.	Décès pour 1000 habitants.
1859	81 492	1418	57,48	17,50
1861	89 977	1477	61,60	16,25
1870	99 328	1404	71,22	14,50

Cette immunité — nous supposons tous les décès *enregistrés* — est d'autant plus remarquable, que la population tasmanienne (ancienne colonie pénitentiaire) se compose entièrement d'immigrants et de déportés (*convicts*), ces derniers aux habitudes dépravées, aux constitutions ruinées.

Mais le fait le plus surprenant, c'est la faible mortalité des enfants. Ainsi, en 1870, les enfants de moins de cinq ans étaient au nombre de 14 302, et on a enregistré, la même année, 409 décès de cet âge, soit 19 pour 1000. En Angleterre, le pays d'Europe qui perd le moins d'enfants, leur mortalité au même âge est de 6,75, et, dans les districts les plus favorisés, de 4 pour 100.

D'après le docteur Hall, qui a longtemps habité l'Australie, cette colonie serait essentiellement antifiévreuse et, notamment, les fièvres paludéennes de tous les types y seraient complètement inconnues. Il est assez remarquable que le plus petit nombre seulement des enfants y est vacciné. Les maladies mortelles des organes respiratoires (311 pour 1000 décès en Angleterre) ne sont, en Tasmanie, qu'au nombre de 174. Le docteur Hall explique, au moins en partie, cette salubrité phénoménale de l'île par la quantité exceptionnelle d'ozone contenue dans l'atmosphère et par les émanations fortifiantes de l'arbre bleu à gomme (*Eucalyptus globulus*). Un dernier mot : de 1868 à 1870, on a enregistré 8903 naissances et seulement 4203 décès.

3° *Nouvelle-Zélande.* — Cette colonie, dont le climat est très tempéré, embrasse une grande variété de sous-climats, depuis le nord de l'Angleterre jusqu'au midi de la France.

(1) Ce fait d'une mortalité excessive des métis est en contradiction avec le plus grand nombre des observations faites à ce sujet, mais il est vrai pour les mulâtres qui, partout, ont une moindre mortalité que les créoles et les noirs

Elle est à l'abri des sécheresses prolongées qui se rencontrent en Australie et des froids aussi longs que rigoureux du Canada; sa population est rapidement croissante, à la fois par l'immigration et l'excédent des naissances sur les décès. De 1868 à 1870, on a enregistré 29 386 naissances et seulement 8086 décès. Dans la même période, on a compté 26 750 immigrants et 18 672 émigrants. Le recensement de mars 1874 signale la présence, dans la colonie, en outre d'Anglais arrivés de la mère patrie ou des possessions anglaises, un certain nombre de Chinois, d'Allemands et d'autres étrangers, attirés à la fois par les ressources de toute nature du pays et par la salubrité du climat.

4° *Queensland.* — Accroissement incessant de la population par les mêmes raisons que dans la Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire salubrité du climat, démontrée par le petit nombre des décès rapprochés des naissances.

5° *Taïti.* — Le ministre de la marine ne publie, à notre connaissance, aucun document sur la mortalité des garnisons dans nos colonies. Ce silence pourrait être considéré comme l'aveu d'une mortalité exceptionnelle. En ce qui concerne Taïti, cette supposition n'est pas fondée, au moins à en juger par les documents (un peu anciens certainement, mais qu'il n'y a aucune raison de croire modifiés dans un sens défavorable) donnés par le docteur Boudin. D'après le savant biologue, la mortalité de la garnison française dans l'île, de 9,8 pour 1000 de l'effectif, de 1848 à 1855, serait graduellement tombée à 3,9 en 1860.

6° *Nouvelle-Calédonie.* — Nous manquons de documents officiels sur les relevés de l'état civil pour le petit nombre d'habitants libres qui se trouvent dans cette colonie pénitentiaire. Deux médecins militaires qui ont étudié le pays, MM. Leroy de Méricourt et de Rochas, donnent sur son climat les renseignements suivants : « Les marais y sont nombreux et en apparence aucun caractère palustre et fébrigène ne manque à la colonie. Eh bien, fait incroyable s'il n'était constaté par une observation prolongée, la fièvre intermittente y est presque inconnue et les fièvres larvées y sont même excessivement rares. La même immunité existe pour les Européens comme pour les indigènes qui vivent dans de bien pires conditions et construisent de préférence leurs cabanes sur le bord de la mer et des rivières... Les Européens ont pu fouiller le marais sur lequel s'élève une partie de la petite capitale de l'île, le dessécher et y construire sans qu'aucun cas de fièvre intermittente se soit déclaré parmi eux. Nos soldats ont pu faire des expéditions de plusieurs jours, traversant des marais et des rivières et couchant sur le sol, sans qu'aucun cas sérieux de maladie se soit déclaré. »

AMÉRIQUE.

1° *Amérique du Nord.* — L'acclimatement de la race européenne dans l'Amérique septentrionale est attesté par de trop nombreux documents pour que nous ayons à insister sur ce point. Toutefois ces documents ne s'appliquent qu'au petit nombre de villes et de localités rurales qui possèdent un état civil régulier, et ne distinguent que rarement les races au point de vue du mouvement annuel de la population. On sait seulement que les noirs ont une plus forte mortalité que les blancs et les hommes de couleur; toutefois la différence est due non à l'inacclimatement, mais à des travaux pénibles et à une situation généralement misérable.

Ce qui est certain, c'est que, par le fait, surtout de l'immigration, mais aussi de l'excédent des naissances, toutes les races s'accroissent dans l'Amérique du Nord et dans des proportions énormes.

L'acclimatement des Français au Canada et leur multiplication rapide par le seul excédent de leurs naissances, l'immigration française étant à peu près nulle, ont reçu une notoriété qui nous dispense de recourir aux documents officiels. Celui des Anglais et des autres races européennes dans l'ensemble des possessions anglaises de l'Amérique du Nord est également démontré.

Les statistiques anglaises attribuent également une très faible mortalité aux Européens établis dans l'*île du Prince Édouard,* à *Terre-Neuve,* aux *Iles Bermudes* et dans le *Honduras.*

2° *Amérique centre et sud.* — Ici les documents sont rares, même pour les possessions anglaises. Nous ne connaissons aucun relevé d'état civil pour la Guyane anglaise. Nous savons seulement que sa population s'accroît, mais il y a tout lieu de croire que ce progrès est dû à l'immigration noire et hindoue, immigration qui témoigne des efforts des planteurs, aidés du gouvernement local, pour remplacer le travail esclave, qui a cessé d'exister, par le travail libre, mais confié à peu près exclusivement à des noirs plus ou moins volontairement importés et destinés à suppléer à l'insuffisance de la tâche fournie par les nègres émancipés.

Si les statistiques anglaises sont muettes sur la mortalité de la Guyane, les documents français ne craignent pas d'affirmer la complète insalubrité de la partie de cette terre américaine qui nous appartient. Or il en est de cette colonie comme de toutes nos possessions intertropicales; elle est le tombeau anticipé de nos garnisons et de nos stations navales. De 1840 à 1847, les relevés de l'état civil avaient mis en lumière le fait douloureux de 231 naissances annuelles et de 487 décès pour la population blanche, qui tend à disparaître. La population libre de couleur s'accroissait, au contraire, par l'excédent de ses naissances (968 pour 823 décès). Quant à la race noire, n'étant plus alimentée par la traite, elle diminuait rapidement par un fort excédent des décès (2005 naissances et 3187 décès pour la période entière). Les rapports des médecins militaires sont d'ailleurs unanimes à constater les déplorables conditions hygiéniques du pays.

Au *Chili,* l'acclimatement européen paraît n'être pas impossible surtout pour la race espagnole; cependant il importe de remarquer que la population s'y accroît surtout par l'immigration et que le plus grand nombre des immigrants, probablement pour se soustraire aux influences telluriques, se rendent de préférence dans les villes. D'après une correspondance consulaire française de Santiago, datée du 28 avril 1864, on aurait compté, au Chili, dans l'année 1862, 68 179 naissances et seulement 40 830 décès, situation très favorable

si le document communiqué officiellement à notre consul n'a pas été préparé comme une sorte d'amorce à l'immigration. Nous serions d'autant plus disposé à le croire, qu'une autre correspondance, et de nature privée, signale une énorme mortalité des enfants de moins de 7 ans : 68 018 pour 100. Elle s'explique en partie par le grand nombre des naissances naturelles, surtout dans la population de couleur : 31 pour 100 naissances légitimes.

Nous croyons que la race espagnole (pure ou croisée, mais surtout croisée) est également acclimatée dans la *République Argentine*. Il existe cependant, dans cet État, des localités fort insalubres, même pour les plus anciens habitants du pays. Le docteur Bertholon (*opere citato*) en cite un certain nombre. La République compte, comme toutes les anciennes colonies espagnoles, un nombre toujours croissant d'étrangers, qu'y attirent les ressources commerciales du pays et probablement aussi les affinités climatériques. Ce sont les Espagnols et les Italiens qui fournissent le plus fort contingent à l'immigration européenne.

Mais ici, comme au Chili, les villes reçoivent le plus grand nombre des nouveaux arrivants, non seulement parce que les influences climatériques y sont moindres, mais encore parce que la charité sous toutes ses formes y est plus abondante que dans les campagnes et le rapatriement plus facile.

L'immigration n'est pas moins grande dans l'État de Buenos-Ayres et surtout dans la capitale de cet État. Ainsi la population de cette ville de 177 187, en 1869, s'est élevée à 234 622 en 1878. Il est vrai que l'excédent des naissances sur les décès y a contribué pour une part, cet excédent étant en moyenne annuelle de 4000 environ (4357 en 1878). Sa mortalité normale varie entre 23 et 30 pour 1000 habitants, chiffre relativement peu élevé, mais qui s'accroît très sensiblement lorsque la ville est frappée par la fièvre jaune, qui y a fait 20 748 victimes en 1871 et 7190 en 1874.

Le *Mexique* offre-t-il aux Européens des conditions faciles d'acclimatement ? Nous ne parlerons pas des pertes considérables que les influences telluriques ont infligées à notre armée dans la triste expédition de 1862 63, ces pertes étant en partie le résultat de situations exceptionnelles. Mais nous reproduirons l'opinion d'un médecin français qui a longtemps habité le pays, le docteur Jourdanet, et l'a surtout étudié au point de vue climatérique : « Au pied des montagnes, qui forment et supportent le plateau central s'étendent de vastes côtes servant de barrière aux deux Océans. C'est là que l'on trouve les États de Yucatan, Tabasco, Vera-Cruz et Tamaulipas, dont les produits sont des plus variés. *Mais un souffle empesté y repousse la colonisation européenne*. La fièvre jaune, qui règne en tout temps sur ces contrées, y fait souvent de cruels ravages sur les étrangers agglomérés et sur les Mexicains eux-mêmes qui descendent des hauts plateaux, parce que ces pays, situés au niveau des mers, renferment de vastes surfaces marécageuses dont les émanations vicient profondément l'atmosphère. Le météorisme et l'hygiène se montrent donc, au Mexique, sous des aspects très différents, et il en résulte que les races qui l'habitent ne peuvent pas y présenter un type unique. Aussi les voit-on, tantôt victimes des températures torrides, tantôt végétant au sein d'une atmosphère trop raréfiée par l'altitude. Entre ces climats extrêmes, il est des lieux fortunés qui échappent à l'action morbide de la base des Andes comme à la lente asphyxie des plateaux élevés. Mais ces lieux, recherchés à si juste titre, ne présentent, nulle part, au Mexique des espaces étendus où les différentes races puissent trouver un élément de vie et de prospérité. » (*Du Mexique au point de vue de son influence sur la vie de l'homme,* 1862.)

Le *Brésil,* ce vaste pays qui forme le quinzième de la surface du globe, est le théâtre d'une nombreuse immigration dans laquelle l'élément allemand domine, bien entendu, après l'élément portugais. Cette émigration est-elle le résultat de l'opinion, assez accréditée d'ailleurs, que le pays est favorable à l'acclimatement européen, ou bien faut-il l'attribuer aux pompeuses promesses des compagnies de colonisation, auxquelles le gouvernement accorde de fortes subventions ? A l'appui de la première hypothèse, on cite l'état florissant d'un certain nombre de colonies allemandes dans la province de Santa-Catarina, de Porto-Allegro, et notamment de celle de San-Leopoldo, fondée en 1825 par un petit nombre de familles et qui a pris depuis le plus brillant essor. Chaque année, dit-on, des jeunes gens en partent en grand nombre pour aller coloniser des localités plus ou moins éloignées. On cite encore la colonie allemande de Santa-Cruce qui a grandi dans les mêmes conditions. En dehors de San-Leopoldo, on signale comme très prospères, dans la province de Santa-Catarina, les colonies de Blumen ou de Santa-Isabella, Donna-Francisca, Theresopolis, San-Pedro, etc., etc., dont les populations se sont très rapidement accrues (Bertholon, *opere citato*).

Mais à ces établissements véritablement florissants, et qui n'ont prospéré que parce que le gouvernement brésilien a fait des sacrifices considérables pour les fonder et les placer dans les meilleures conditions hygiéniques et économiques possibles — il serait facile d'en opposer d'autres qui, abandonnées à elles-mêmes, ont misérablement échoué (voy. Legoyt, *Émigration européenne,* 1863). Toutefois nous sommes disposé à croire que des colons *choisis,* puis installés dans les localités réputées les plus salubres, et mis en communication, par de bonnes routes, avec la mer d'une part, avec des centres de consommation importants, de l'autre, auraient, dans ce pays, de grandes chances de succès.

Jusqu'à ce que ces conditions, qui ont été réalisées pour un certain nombre de colonies allemandes, soient appliquées sur une certaine échelle, les étrangers continueront à se concentrer dans les villes et surtout dans la capitale de l'empire.

ANTILLES.

1° *Antilles anglaises.* — A *Bahama,* la population est croissante et en grande partie par l'excédent des naissances sur les décès, excédent qui nous paraît toutefois être exagéré par les statistiques anglaises (1 décès pour 50 habitants en 1870). — Même situation favorable dans l'*île de Turc,* et très probablement même exagération du rapport des décès à la population (1 sur 55 habitants). — A la *Jamaïque,* on

signale une diminution de la population blanche et un accroissement des races noire et de couleur, cette dernière décidément acclimatée. Pas de relevé d'état civil. — A *Sainte-Lucie,* même diminution de la population créole et même accroissement des deux autres races; excédent très (trop) marqué des naissances sur les décès. — A *Saint-Vincent,* état stationnaire de la population créole, progrès sensible des noirs et très accentué des mulâtres; excédent des naissances, mais bien moins marqué que dans les colonies dont nous venons de parler. — *Barbade.* Légère diminution des créoles et accroissement des noirs et mulâtres; fort excédent des naissances, probablement aussi un peu exagéré (1 décès pour 46 habitants). — *Grenade.* Accroissement de la population (les documents officiels ne distinguent pas les races); fort excédent des naissances et 1 décès pour 45 habitants. — *Ile de la Vierge.* Diminution des blancs et accroissement des autres races; pas de relevé de l'état civil. — *Saint-Christophe.* Pas de distinction de races en ce qui concerne l'accroissement de la population; excédent des naissances; 1 décès pour 31 habitants. — *Newis.* Situation favorable; 1 décès pour 36 habitants. — *Antigoa.* Diminution de la population générale; alternatives d'excédents de décès et de naissances; 1 décès pour 28 habitants, le coefficient mortuaire le plus élevé que nous ayons encore constaté. — *Monserrat.* Fort excédent des naissances; 1 décès pour 41 habitants. — *La Dominique.* Faible accroissement malgré un excédent très notable des naissances; 1 décès pour 36 habitants. — *Trinité.* Accroissement de population rapide, malgré un assez faible excédent des naissances sur les décès, et, par conséquent, dû en grande partie à l'immigration; 1 décès pour 35 habitants.

2° *Antilles espagnoles.* — La *perle des Antilles,* Cuba, voit sa population de toute couleur s'accroître rapidement, surtout par l'immigration. D'après M. Ramon de la Sagra (*Hist. phys., polit. et natur. de Cuba,* 1863), on aurait compté, de 1849-53 à 1853-57 (deux périodes quinquennales), une moyenne annuelle de 12623 décès pour la population blanche, et 21640 naissances, soit un excédent de 9017 sur les décès, ou 38,76 décès seulement pour 100 naissances, résultat qui nous paraît un peu exagéré. Si nous devions juger de la salubrité du climat cubain par la mortalité militaire, nous arriverions à une autre conclusion que celle de M. de la Sagra. En effet, d'après une moyenne annuelle déduite des cinq années de 1855-59, il est entré à l'hôpital, pour un effectif moyen de 18212 hommes, 14085 malades, et il en est décédé 1039, ou 11,63 pour 100, mortalité tout à fait exceptionnelle. *La fièvre jaune figure pour plus du tiers dans cette mortalité :* 481 ou 36 pour 100.

Si la fièvre jaune, *qui frappe surtout les nouveaux arrivants,* atteint dans une pareille proportion des hommes d'élite dont tous les besoins doivent être satisfaits, on se demande comment la population civile, qui s'accroît surtout par l'immigration, peut présenter un si fort excédent de naissances sur les décès?

3° *Antilles françaises.* — Au dernier siècle, on était fortement frappé, en France, des dangers de l'émigration pour les régions transatlantiques et notamment pour les Antilles : « L'effet des colonies est d'affaiblir le pays d'où on les tire, sans peupler ceux où on les envoie, écrivait Montesquieu (*Lettres persanes,* 131). » Moheau assure que la moitié des ouvriers et artisans européens se rendant aux Antilles meurt dans la première année de leur arrivée. Cette assertion semble confirmée par un extrait des registres de l'état civil d'une paroisse de *Saint-Domingue* cité par M. Al. Bonneau (*Haïti, son progrès, son avenir,* 1863). D'après cet extrait, on y aurait compté, de janvier 1750 à janvier 1764, 184 baptêmes de blancs et 221 de mulâtres, pour 239 et 135 décès. Ainsi, à cette époque, les mulâtres étaient acclimatés et les blancs ne l'étaient pas. — La *Martinique.* M. le docteur Rufz, tout en soutenant la thèse de la possibilité de l'acclimatement de la race blanche dans cette Antille, est obligé de reconnaître qu'elle y a fortement diminué de 1738 (14969), à 1769 (12069). D'après les publications du ministère de la marine, la race blanche, après des oscillations diverses que le document officiel n'explique pas, tombe, de 9904 en 1840, à 9542 en 1847 (date à partir de laquelle ce document confond toutes les races en ce qui concerne le mouvement de la population). Dans le même intervalle, elle a eu 1786 naissances et 1994 décès. La race noire a également diminué sans relâche : 84414 en 1790; 72859 en 1848; seuls, les mulâtres, comme partout dans les Antilles, se sont constamment accrus : 5236 en 1790; 38729 en 1848. — A *la Guadeloupe,* la race blanche paraît augmenter : 9903 en 1843, 10869 en 1847. Les relevés de l'état civil confondant depuis les trois races, on ne peut plus savoir si cet accroissement — en le supposant réel, l'exactitude des documents officiels relatifs à nos populations coloniales laissant beaucoup à désirer — est dû à un excédent de naissances ou à l'immigration. Tout ce que nous savons, c'est que, dans la même période (1843-47), on a compté 5869 naissances et 6471 décès. L'excédent des décès ne saurait appartenir aux mulâtres, auxquels tous les documents que nous avons pu recueillir attribuent un excédent de naissances. Il faut donc l'attribuer aux noirs et aux blancs.

En résumé, si, par une affinité de climat, la race espagnole *paraît* (les documents ne sont pas concluants) s'être acclimatée dans les Antilles, il n'en a pas été de même de la race française.

Rappelons, pour terminer en ce qui concerne nos Antilles, qu'en 1880 et dans le courant de cette année, la fièvre a sévi avec une intensité exceptionnelle à la Martinique et à la Guadeloupe, où la terrible maladie fait, d'ailleurs, de fréquentes apparitions.

Nous sommes arrivés au terme de cette longue étude, que nous avons abrégée cependant autant qu'il a dépendu de nous. Il est facile de la résumer. La plus grande partie de l'*Afrique* est inhabitable pour la race européenne, sauf à la plus grande distance possible des côtes et à une certaine altitude. Nous ne connaissons qu'un seul exemple d'un acclimatement complet dans cette partie du monde, c'est celui des Hollandais au Cap. En Algérie, il est acquis pour les Espagnols (au moins dans la province d'Oran), pour les Italiens,

les Anglo-Maltais et surtout pour les Juifs. Il commence pour les Français. Il est nul pour les autres nationalités.

En *Asie,* le séjour de l'Inde (au moins de l'Inde anglaise) est fatale aux Européens, même croisés. La situation est moins mauvaise à Ceylan. Dans l'Inde française (Pondichéry) les créoles paraissent se maintenir, mais sans prospérer. La Cochinchine est fatale à nos garnisons et à notre station navale. Elle doit l'être aussi à la population civile.

En *Amérique,* l'acclimatement est complet dans les États du Nord, au Canada et dans les autres parties de l'Amérique nord anglaise. Il est le résultat de l'affinité des climats. Les documents nous ont manqué pour les États du sud. Dans l'Amérique sud et centre, nous avons constaté une immigration européenne considérable, mais qui se concentre dans les villes. Les Allemands paraissent prospérer au Brésil dans un certain nombre de colonies dont la bonne installation a été l'objet de toutes les sollicitudes du gouvernement. La Guyane est mortelle pour les Français et probablement aussi pour les Anglais.

Seuls, les Espagnols semblent s'être acclimatés aux Antilles.

En *Océanie,* nous avons constaté la merveilleuse salubrité de l'Australie et des grandes îles adjacentes.

D'après les meilleures autorités, la Nouvelle-Calédonie peut devenir une colonie prospère par le fait de ses immunités climatériques.

PHYSIQUE

Sur la photométrie.

Après avoir étudié l'unité de lumière (1), occupons-nous des méthodes photométriques.

L'énergie radiante émise par un corps porté à une température assez élevée pour qu'il devienne lumineux, et en général par une source quelconque de lumière, est composée d'une série de vibrations qui peuvent être développées suivant une échelle de longueur d'onde, et qui constitue le spectre normal, continu ou discontinu suivant la nature de la source, du foyer de lumière. Ces vibrations produisent sur les couches de la rétine une impression physiologique consécutive à une action photochimique exercée par elles sur la pourpre rétinienne (Boll, Kühne) et dont l'intensité est variable avec leur longueur d'onde, leur intensité mécanique et la sensibilité de l'organe qui les reçoit; pour un même œil, cette sensibilité est variable d'une extrémité à l'autre du spectre visible, limites entre lesquelles elle varie d'une manière continue pour un œil normal. En dehors de ces limites, c'est-à-dire dans l'ultra-rouge et l'ultra-violet, l'action physiologique est absolument négligeable, quoique les vibrations y possèdent une énergie mécanique souvent bien supérieure à celle des radiations de la partie visible.

(1) *Revue scientifique,* 3[e] série, 2[e] année, p. 225 (25 février 1882).

Il n'existe aucune relation entre l'énergie totale des vibrations émises par une source de lumière et l'impression physiologique qu'elles produisent sur l'œil; cet organe est donc le seul qui puisse servir utilement à des mesures photométriques, puisqu'en dehors de lui, la lumière, c'est-à-dire la sensation physiologique produite par ces radiations, n'existe pas; de plus, ces mesures devront être rapportées à un œil normal et pourront varier avec l'observateur, et même, pour un observateur déterminé, d'un œil à l'autre. Pour ne pas compliquer la question outre mesure, nous les rapporterons à un œil sain et non daltonien.

On peut diviser les méthodes photométriques en deux catégories : 1° les méthodes photométriques directes, c'est-à-dire celles dans lesquelles l'œil intervient pour juger de l'égalité d'éclairement de deux surfaces qui reçoivent deux lumières d'intensité inégale, mais dont l'une d'elles est diminuée dans un rapport exactement connu, de manière à éclairer autant que la plus faible; 2° les méthodes photométriques indirectes, ou celles dans lesquelles les rapports d'intensités lumineuses sont déterminés, en dehors de toute impression visuelle, par des appareils qui mesurent les rapports d'énergie des vibrations lumineuses dans les foyers à comparer.

MÉTHODES PHOTOMÉTR QUES DIR CTES.

L'œil jouit de la propriété remarquable de pouvoir apprécier l'égalité d'intensité lumineuse de deux écrans contigus, éclairés par deux lumières de même teinte, avec une approximation que l'on peut évaluer à 1/64 d'après Bouguer (1); en réalité, ce degré est variable avec chaque œil; il peut varier de 1/60 à 1/80, mais rarement au delà, tandis qu'on ne peut mesurer même approximativement les rapports d'intensité. La méthode photométrique la plus simple, et ajoutons aussi la plus rigoureuse, consistera donc à éclairer deux écrans translucides de mêmes dimensions, avec chacune des deux lumières à comparer, et à diminuer l'intensité de la plus puissante jusqu'à ce que les deux écrans paraissent également éclairés. Le rapport des intensités sera égal à celui dans lequel il aura fallu réduire l'intensité de la plus forte, pour lui donner le même pouvoir éclairant qu'à la plus faible. Bouguer se servait dans ce but de deux glaces dépolies carrées, de mêmes dimensions, contiguës par un de leurs côtés et formant le fond de deux boîtes ou tubes carrés en bois, noircis intérieurement, pouvant s'incliner à volonté l'une sur l'autre et recevant par leurs ouvertures les lumières à comparer. Il put ainsi mesurer le rapport d'intensité de deux lumières placées en face de l'orifice des deux tubes en éloignant la plus intense jusqu'à ce que les deux écrans parussent également éclairés; cet appareil lui servit aussi à mesurer le rapport d'éclairement de deux régions du ciel vers lesquelles il dirigeait les deux tubes (lucimètre); dans ce cas, il affaiblissait l'éclat de la région la plus intense en allongeant le tube correspondant et en

(1) Bouguer, *Traité d'optique sur la gradation de la lumière,* p. 51. Paris, 1760.

calculant les grandeurs apparentes des deux ouvertures vues de l'œil. Enfin, il mesura le rapport des intensités lumineuses de deux astres en munissant les deux tubes rendus cylindriques et de même longueur, de deux objectifs identiques dont les surfaces étaient munies d'écrans mobiles laissant à découvert deux secteurs dont on faisait varier les angles jusqu'à ce que les deux écrans, réduits à de très faibles dimensions, parussent également éclairés; les intensités sont alors inversement proportionnelles aux angles de ces deux secteurs. Le principe de cet appareil, qui a été publié en 1748 sous le nom d'héliomètre ou d'astromètre, a été, depuis, souvent utilisé.

L'emploi de deux écrans juxtaposés permet d'obtenir une grande sensibilité, surtout si l'espace obscur qui sépare les deux écrans est rendu tellement étroit qu'il puisse être considéré comme une ligne mathématique. Alors, par suite d'une illusion facile à concevoir, dès que les éclairements sont égaux, si les lumières sont de même teinte, la ligne de démarcation disparaît, et l'œil ne voit plus qu'un écran continu également éclairé dans toute son étendue (1).

Foucault a appliqué ce phénomène à la construction d'un photomètre beaucoup plus parfait que celui de Bouguer (2). L'écran translucide ferme une ouverture pratiquée dans le fond d'une boîte noircie intérieurement, et ouverte à la partie opposée. Une cloison mobile, perpendiculairement à l'écran qu'elle divise en deux parties égales, est munie en face de l'écran d'une lame étroite noircie dont les bords sont rigoureusement parallèles. Si l'on place les deux lumières à comparer de chaque côté de cette cloison, en face de l'écran translucide, la lame projettera sur l'écran deux ombres rectilignes et parallèles comprenant entre elles une bande brillante ou obscure selon la distance de la lame à l'écran, et que l'on pourra réduire à une ligne géométrique en déplaçant lentement la cloison au moyen d'une crémaillère actionnée par un pignon. L'égalité de teinte et d'éclairement étant obtenue, cette ligne s'évanouit, et l'écran paraît uniformément éclairé.

ÉTUDE DU PHOTOMÈTRE DE FOUCAULT.

Le photomètre de Foucault est l'un des plus commodes et des plus précis; c'est même le plus exact et le plus sensible de tous, pourvu que ses conditions soient convenablement réglées.

La nature de l'écran diffusant a une grande importance; il faut en effet que l'œil placé derrière lui le voie uniformément éclairé, sans pouvoir distinguer à travers son épaisseur les lumières qui l'éclairent. Les verres dépolis, pour être suffisamment opaques, doivent avoir un grain assez grossier, ce qui rend les mesures peu précises; si le grain devient plus fin, ils deviennent translucides au point de laisser voir les flammes qui les éclairent. L'écran de Foucault est formé d'une glace sur laquelle on a laissé déposer une couche très égale et suffisamment épaisse d'amidon tenu en suspension dans l'eau; cette couche est protégée par une glace fixée par ses bords sur la première; cet écran est le plus commode et le plus sûr.

On a essayé, depuis quelque temps, de lui substituer, soit des verres opales, soit des verres émaillés. L'emploi de ces derniers est très défectueux, car il est impossible de les obtenir en couches bien planes, dans lesquelles l'émail ait une épaisseur constante. Certains verres opales, dans la pâte desquels la matière opaque tenue en suspension (le plus souvent du phosphate de chaux) est amenée à un état de ténuité extrême, présentent un phénomène de diffraction qui doit les faire rejeter. D'après le principe de Babinet, quand les particules opaques semées sur le trajet de la lumière sont suffisamment petites, les ondes les plus courtes (bleus et violettes) sont diffusées dans tous les sens, tandis que les radiations de grande longueur d'onde, les rouges plus spécialement, se reconstituent au delà du milieu diffusant qu'elles traversent à peu près comme s'il était transparent (1). Aussi ces verres paraissent-ils bleuâtres par diffusion, quand ils sont éclairés obliquement par la lumière d'une bougie, qui apparaît directement colorée en rouge par transmission.

Depuis quelque temps on fabrique des verres opales très homogènes; on les travaille de manière à obtenir des glaces qui, sous une épaisseur suffisante, paraissaient pouvoir remplacer l'écran amidonné de Foucault; elles ont un aspect laiteux, sans grain appréciable, et ne permettent pas de voir par transparence une flamme qui les éclaire; mais elles possèdent dans une certaine mesure l'inconvénient dont nous avons parlé, et que n'a pas l'écran de Foucault; quand on les interpose entre une vive lumière et l'œil, leur teinte paraît rougeâtre par rapport à celle qu'elles ont quand on les regarde obliquement. L'écran de Fresnel nous paraît donc devoir être conservé.

Le photomètre de Foucault est muni, en arrière de l'écran diffusant, d'un tube tronconique dont l'écran est la grande base; à l'extrémité la plus étroite de ce tube, on fixe l'œil dont la position est ainsi rendue constante et qui est soustrait à l'influence de l'éclairement extérieur; c'est là une condition essentielle, dont la nécessité s'explique par des propriétés particulières de l'œil.

En premier lieu, la sensibilité de l'œil diminue lorsqu'il est exposé à une lumière continue; sous ce rapport, le photomètre de Foucault présente cet avantage, que l'œil ne voit que les deux plages à comparer, réduites à deux demi-cercles assez étroits, et qu'il est soustrait à l'influence de toute autre lumière. Dans le photomètre de Rumford, où l'œil compare l'égalité de deux ombres sur un fond éclairé, et dans celui de Bunsen où il saisit la disparition d'une tache sur un fond également éclairé, l'œil reçoit, indépendamment des deux lumières à comparer, la totalité de celle qui éclaire l'écran, et sa sensibilité diminue. Dans le photomètre de Foucault au contraire, si l'on prend la précaution de tenir

(1) Voir à ce sujet, les travaux de M. Wolf, *Journal de physique*, t. I, p. 81.

(2) *Recueil des travaux scientifiques* de Léon Foucault, p. 100.

(1) Billet, *Optique physique*, t. I, p. 166.

l'œil fermé quelque temps, puis de l'ouvrir brusquement en regardant l'écran photométrique, on saisit immédiatement les plus légères différences d'éclat et de coloration; si l'on continue à observer quelque temps, et que l'on fasse varier une des lumières, la sensibilité de l'œil s'amortit, et l'on juge les deux plages égales alors qu'elles ont une différence d'éclat telle qu'on a grandement lieu d'en être surpris, lorsqu'après avoir fermé l'œil quelque temps pour lui rendre sa sensibilité, on l'ouvre brusquement. Il faut donc fermer l'œil quelque temps avant d'observer et s'en tenir à la première impression (1). On recommence jusqu'à ce que l'égalité d'intensité soit obtenue dans ces conditions.

En second lieu, la sensibilité de la rétine n'est pas la même dans toutes les directions; de là, la nécessité de fixer l'œil et de regarder normalement l'écran qui doit avoir de petites dimensions; le cône fixé au photomètre de Foucault permet de réaliser cette seconde condition.

Il est une autre circonstance qui permet d'obtenir avec ce photomètre des mesures très précises; nous avons dit que le contact rigoureux des deux plages éclairées étant obtenu, l'œil ne saisit plus la ligne de démarcation, si les éclairements sont égaux. Or, pour que cette condition soit réalisée, il faut que les deux lumières soient à une distance assez considérable pour que leur diamètre apparent soit très petit; la pénombre disparait alors, et le contact rigoureux peut être obtenu. En éloignant beaucoup les deux lumières, on a de plus l'avantage d'obtenir un éclairage moins intense de l'écran et la sensibilité de l'œil est augmentée. Il est inutile d'ajouter que les déterminations doivent être faites dans l'obscurité complète, et que l'on doit garantir l'œil du rayonnement direct des deux lumières à comparer au moyen d'un écran noir placé au sommet du tube conique du photomètre et qui laisse passer son extrémité à laquelle l'œil est appliqué.

Dans ces conditions, le photomètre de Foucault est d'une précision remarquable, pourvu que les deux lumières à comparer soient de même teinte; mais il en est très rarement ainsi, et leur différence de coloration est une des causes qui, dans ce photomètre, comme dans tous les autres photomètres directs, rendent les mesures difficiles. Il est en effet à peu près impossible de juger de l'égalité d'éclairement de deux surfaces de teintes différentes, ou bien, si l'on y arrive approximativement, ce n'est que par une sorte de convention, les deux impressions étant de nature différente. Deux observateurs différents, ou le même observateur à diverses époques, jugeront d'une manière variable; de plus, l'illusion par suite de laquelle la ligne de contact disparait ne peut s'obtenir dans ce cas, ce qui enlève à l'appareil de Foucault une partie de sa valeur.

D'après M. Helmholtz (2), tout essai de comparaison de deux sources de couleurs différentes est impossible : « de toutes les comparaisons effectuées à l'aide de l'œil entre les intensités de différentes sortes de lumière composées, il n'en est aucune qui possède une valeur objective, indépendante de la nature de l'œil ». Cette assertion, si elle était rigoureusement vraie, serait de nature à décourager les observateurs qui s'occupent de photométrie, et des mesures d'intensités relatives seraient à peu près impossibles dans un très grand nombre de cas, car il est rare de trouver deux sources de lumière exactement de même teinte; le photomètre de Foucault, à cause de sa grande sensibilité, permet en effet de constater des différences de teinte très notables entre les lumières provenant de sources différentes, et même entre celles qu'émet un même combustible (gaz, huiles, etc.), brûlant dans des conditions un peu différentes (1).

En réalité, l'œil ne peut apprécier directement l'égalité d'éclairement de deux surfaces contiguës éclairées par des lumières simples de couleurs différentes; à ce point de vue, l'affirmation de M. Helmholtz est vraie; mais il en est autrement si les deux lumières à comparer, quoique de teintes très différentes, comme celle du soleil et de l'étalon Carcel, donnent l'une et l'autre un spectre sensiblement continu. Dans ce cas (2), j'ai montré qu'il existe toujours, parmi les rayons diversement colorés qui les constituent, une radiation simple, commune aux deux spectres, dont la comparaison photométrique (elle est toujours rigoureuse dans ce cas) donne exactement le rapport des intensités totales des deux sources de lumière. Si donc on munit le photomètre de Foucault d'un dispositif qui permette de ne recevoir sur l'écran photométrique que cette seule radiation simple prise dans les deux lumières à comparer, ce photomètre reprend toute sa supériorité, car les deux plages ont exactement même teinte, et la ligne de contact peut être annulée lorsque les éclairements sont égaux. Ceci mérite quelques développements.

La comparaison photométrique de deux lumières de teintes différentes est impossible d'une manière directe, c'est-à-dire si l'on opère sur la totalité des deux lumières, d'abord à cause de la nature différente des deux impressions et de l'impossibilité de faire disparaître la ligne de démarcation des deux plages, ensuite, à cause du phénomène de Purkinje (3).

Si l'on reçoit sur un photomètre de Foucault la lumière de deux sources, l'une colorée en jaune, l'autre en bleu, par exemple, et qu'on les amène approximativement à l'égalité d'intensité, en faisant varier la distance de l'une d'elles, de manière que l'œil juge les deux plages à peu près également éclairées; si l'on rapproche les deux sources de manière à rendre leurs distances à l'écran deux fois plus petites, leurs intensités devraient devenir quatre fois plus grandes pour chacune d'elles, et l'égalité d'éclairement devrait subsister. Or, dans ce cas, la plage jaune paraît plus lumineuse que la bleue; l'intensité des deux couleurs augmentant dans

(1) Wolf, *Expériences photométriques* (*Journal de physique*, t. I, p. 84).

(2) *Optique physiologique*, p. 420.

(1) *Revue scientifique*, 3e série, 2e année, p. 230.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XCIII, p. 512.

(3) Purkinje, *Zur Physiologie der Sinne*, t. II, p. 109. — Helmholtz, *Optique physiologique*, p. 421.

le même rapport, l'impression physiologique produite sur la rétine augmente donc plus rapidement pour le jaune que pour le bleu, tant que ces intensités sont assez grandes; mais si l'on écarte beaucoup les deux lumières, de manière à rendre leurs intensités très faibles, les sensations physiologiques qu'elles produisent tendent de plus en plus à être proportionnelles aux quantités de lumière correspondantes et le sont en effet lorsque leurs intensités sont extrêmement faibles.

Ce principe est général; Purkinje l'a énoncé de la manière suivante : l'intensité de la sensation est une fonction de l'intensité lumineuse qui diffère suivant l'espèce de lumière.

Si donc l'on compare au photomètre Foucault deux lumières de teintes différentes, on obtiendra des résultats d'autant plus rapprochés de la vérité que l'éclairement de l'écran diffusant sera plus faible, c'est-à-dire que les lumières seront plus éloignées; si, au contraire, on les rapproche beaucoup, la lumière la plus jaune (bougies, bec Carcel, gaz) paraîtra d'autant plus intense par rapport à la lumière bleuâtre (soleil, lampes électriques à arc), que l'intensité sera plus forte, et l'on obtiendra des résultats inexacts.

Soient deux sources de lumière de teintes différentes; par exemple, deux lames de platine chauffées, l'une au rouge cerise, et l'autre au blanc éblouissant; la lumière émise par la première paraîtra rouge en regard de la seconde, et leur comparaison photométrique sera très difficile. Supposons étalées en deux spectres continus adjacents les radiations simples de ces deux sources, et affaiblissons la plus intense de manière que son pouvoir éclairant moyen soit le même que celui de la plus faible. La seconde donnera un spectre plus allongé vers le violet que celui de la première, et si nous comparons l'intensité lumineuse des radiations simples de la source de plus haute température à celle des radiations identiques de la source de température inférieure, ce qui se fait facilement au moyen d'un spectrophotomètre, nous verrons que les radiations les plus réfrangibles sont plus intenses, et les radiations les moins réfrangibles plus faibles dans la première que dans la seconde. (Draper, E. Becquerel.) En d'autres termes, les deux lumières ayant été amenées à éclairer également, le bleu et le violet seront beaucoup plus intenses dans la source de plus haute température, tandis que l'inverse aura lieu pour le rouge et le jaune. Il existe donc entre les radiations extrêmes communes aux deux spectres une certaine radiation simple, pour laquelle les intensités lumineuses seront nécessairement égales, et le rapport de l'éclairement total de deux sources d'intensités et de teintes différentes sera exactement le même que celui de la radiation simple dont nous venons de parler. Dans ces nouvelles conditions, le photomètre de Foucault permet une comparaison photométrique facile et rigoureuse.

Mais pour cela, il faudrait : 1° connaître la radiation simple pour laquelle le rapport d'intensité est égal à celui des éclairements des deux sources, c'est-à-dire des intensités totales; 2° isoler cette radiation simple dans les deux sources et les comparer photométriquement. La solution de la première question s'obtient facilement au moyen d'un spectrophotomètre. Pour cela, il est d'abord nécessaire de déterminer le pouvoir éclairant de chaque radiation simple isolée dans un spectre déterminé. Fraünhofer (1) comparait directement l'intensité de chaque radiation simple avec celle d'une surface éclairée par une lampe qu'il éloignait jusqu'à ce que les deux intensités parussent égales. Vierord (2) superposait à la radiation simple à étudier une lumière blanche qu'il affaiblissait jusqu'à ce que le ton de cette radiation ne parût pas altéré; du degré d'affaiblissement de cette lumière, nécessaire pour satisfaire à cette condition dans les différentes régions du spectre, il déduisait le pouvoir éclairant dans chacune de ces régions.

Nous avons préféré faire dépendre le pouvoir éclairant de la facilité avec laquelle la lumière considérée permet de distinguer nettement les petits traits ou caractères tracés sur une surface blanche, comme l'avait fait Celsius; mais il est nécessaire, pour obtenir des résultats exacts, de fixer l'œil à une distance constante de ces caractères et d'affaiblir la lumière simple qui les éclaire, jusqu'à ce qu'on cesse de les distinguer nettement. Nous avons adopté ce principe (3) qui a été aussi mis en pratique par MM. Macé de Lépinay et Nicati (4), dans leurs recherches sur la photométrie des couleurs.

La fente d'un spectroscope est recouverte d'un réseau formé de traits parallèles très fins qui la coupent normalement; le spectre paraît alors sillonné de stries longitudinales très fines, qui disparaissent nettement lorsqu'on affaiblit la lumière dans un rapport connu, variable pour chaque région du spectre, en donnant une valeur convenable à l'angle des sections principales de deux prismes de Nicol placés dans le spectroscope qui est aussi transformé en spectrophotomètre.

Il suffit alors de tracer, sur une échelle de longueurs d'ondes, la courbe dont les ordonnées représentent les pouvoirs éclairants des diverses radiations simples. Si l'on fait cette opération pour deux sources de lumière de teintes différentes à comparer, le rapport des aires des courbes correspondantes donne le rapport de leurs pouvoirs éclairants. Ce rapport s'obtient facilement par la pesée des deux courbes tracées sur un papier bien homogène; il suffit alors de chercher dans ces deux courbes la radiation simple telle que le rapport des ordonnées qui lui correspondent soit égal à celui des aires. Comme cas particuliers si les aires sont égales, c'est-à-dire si les pouvoirs éclairants sont les mêmes, la radiation cherchée est celle qui correspond à l'ordonnée du point d'intersection des deux courbes.

La première partie de la question est donc résolue.

La solution de la seconde est plus difficile : on pourrait, au moyen d'un spectrophotomètre, produire les deux spectres contigus des deux sources à comparer, dont les lumières sont envoyées sur deux moitiés de la fente au moyen de deux

(1) *Gilbert's Annalen*, t. LVI, p. 297 (1817).

(2) *Anwendung des Spectralapparates*, etc. Tübingen, 1871, — *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XVIII, p. 493.

(3) Crova et Lagarde, *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 959. — *Journal de physique*, 2e série, t. I, p. 162.

(4) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XXIV.

prismes réflecteurs, isoler ensuite au moyen d'une fente placée devant l'oculaire du spectroscope la partie des spectres juxtaposés des deux sources, dont le rapport d'intensité est celui de l'éclairement total, et affaiblir au moyen de deux nicols la lumière la plus vive, de manière à la rendre égale à la plus faible. Cette méthode que j'ai mise en pratique (1) est très rigoureuse, mais délicate dans son application, et l'on doit désirer, pour les applications usuelles, une méthode plus simple et plus usuelle.

Voici celle dont j'ai fait usage (2). Si l'on regarde un spectre projeté sur un écran blanc, en plaçant devant l'œil deux prismes de Nicol dont les sections droites sont croisées, entre lesquels est placée une lame de quartz de 9 millimètres d'épaisseur, on verra, par suite d'un phénomène de polarisation rotatoire bien connu, deux larges bandes noires obscurcir les extrémités du spectre; le rouge et le violet sont éteints, le jaune, l'orangé et le bleu très considérablement affaiblis, de sorte qu'il ne reste qu'une bande étroite dans laquelle le vert d'une certaine longueur d'onde est entièrement conservé, tandis que les couleurs situées de part et d'autre sont très rapidement affaiblies, puis éteintes complètement. En tournant légèrement l'un des nicols, on déplace ces bandes le long du spectre, et l'on peut disposer de leur situation, de manière à conserver l'intensité maxima à cette région du spectre pour laquelle le rapport des intensités est égal à celui des éclairements. Cela posé, regardons l'écran du photomètre Foucault, dont les deux moitiés sont éclairées par les lumières de teintes très différentes, pour lesquelles les courbes dont nous avons parlé ci-dessus ont été dressées; il nous paraîtra d'une teinte verte identique pour les deux plages adjacentes, si l'angle des deux nicols a été réglé comme nous venons de le dire. Cet angle variera avec la nature des deux sources de lumière à comparer; mais si l'une d'elles est constante (étalon Carcel), il suffira de tracer sur la monture du nicol mobile un repère que l'on fera affleurer avec des divisions tracées sur le tube fixe, et dont chacune correspond à une lumière de nature déterminée (soleil, lampes électriques diverses, etc.). Enfin, si les deux lumières sont de même teinte, leur composition spectrale est identique, et la comparaison photométrique donne les mêmes résultats, quelle que soit l'orientation du nicol mobile et par suite la teinte du champ; mais, dans ce cas, ce dispositif est encore utile, car il permet de donner à l'écran photométrique la teinte la moins fatigante pour l'œil.

Dans l'appareil qu'a construit M. Duboscq, le dispositif du prisme et de la lame est fixé dans le corps d'une lunette ajustée à l'extrémité du tube conique du photomètre, et au moyen de laquelle on regarde l'écran.

On voit donc que le problème de la comparaison photométrique de deux lumières de teintes différentes est résolu facilement; l'appareil qui permet de la réaliser n'est pas plus compliqué que le photomètre de Foucault et peut être facilement mis en pratique. Ce même dispositif pourrait être adapté aussi à d'autres photomètres directs; pour cela il est d'abord nécessaire d'étudier leurs défauts et leurs qualités.

A. Crova.

(A suivre.)

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XIX, p. 167.
(2) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 512.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

Le meilleur titre de gloire du XIXe siècle dans l'avenir sera probablement de pouvoir s'appeler « le siècle des sciences ». Jamais, en effet, l'esprit humain n'avait travaillé avec autant d'ardeur et de succès que de nos jours à l'avancement de ses connaissances. Des légions de chercheurs, dont quelques-uns portent l'abnégation jusqu'à l'héroïsme et la sagacité jusqu'au génie, explorent en tous sens le vaste champ de la nature et accumulent notion sur notion. A côté des sciences anciennes qui progressent si rapidement qu'on les voit se transformer en moins d'une génération, des sciences nouvelles s'établissent et semblent aussi réservées à de brillants destins.

Toutefois cette condition même d'une activité qui se disperse sur mille sujets a ses inconvénients et ses périls. L'entassement de tant de données recueillies au hasard de la découverte et le défaut de concert entre tant d'efforts dont chacun suit une direction personnelle ne vont pas sans quelque désordre. Par suite, notre richesse intellectuelle sans cesse accrue, mais non encore inventoriée, menace de se tourner en confusion. Si l'on n'y porte remède, le monde sera exposé à tomber dans une sorte de babélisme scientifique où les spécialistes, parlant des langues étrangères, cesseront de se comprendre et ne pourront que se débattre ou s'ignorer.

De là, le besoin qu'ont senti en ce siècle d'éminents esprits de coordonner cet amas de vérités partielles, de tracer dans l'ensemble des divisions et subdivisions hiérarchiques, de manière à relier logiquement les études diverses et à faire un seul tout de leur multiplicité. Il suffit de rappeler les tentatives d'Ampère, d'Auguste Comte et d'Herbert Spencer. Néanmoins aucune de ces théories pour systématiser les ordres de connaissance n'a paru pleinement satisfaisante. On a fini par croire (les derniers discours prononcés à l'Académie française lors de la réception de M. Pasteur en seraient la preuve) que la classification des sciences était une œuvre de fantaisie ou de convention. Nous croyons au rebours que, forcément artificielle au début, elle pourra devenir naturelle un jour. Penser autrement serait nier le pouvoir de l'esprit humain sur le point qui l'intéresse le plus, l'institution d'une science unique résumant et disciplinant toutes les sciences.

M. L. Bourdeau a repris ce grand problème; il s'est proposé d'en chercher méthodiquement la solution. Après avoir, dans l'introduction, commencé par éliminer la multitude infinie des sciences particulières qui, étudiant sous des aspects

(1) *Théorie des sciences; Plan de science intégrale.* — 2 vol. Paris, Germer Baillière.

différents des groupes convenus de sujets, sont rebelles à tout classement rationnel, l'auteur montre qu'on peut réduire nos systèmes de connaissances à un petit nombre de sciences générales, dont l'objet est de scruter sous un seul aspect la totalité des choses.

Ce sont :

1° L'ontologie positive ou logique, science des réalités, qui constate par intuition directe les vérités manifestes ;

2° La mathématique, science des grandeurs, dont le moyen de recherches est la déduction ;

3° La dynamique, science des situations, qui a pour méthode l'observation ;

4° La physique, science des modalités, fondée sur l'expérimentation ;

5° La chimie, science de la composition, qui s'applique à défaire et à refaire les combinaisons des substances ;

6° La morphologie, science des formes qui les spécifie en les comparant ;

7° Enfin la science des fonctions qui développe leur ordre à l'aide de la méthode de connexion.

Chacune de ces sciences est ensuite exposée à part, mais sur un plan commun qui consiste d'abord à définir nettement son objet d'étude, puis à classer ses problèmes, enfin à déterminer ses modes d'exploration.

Pour établir le programme de chaque science, l'auteur distingue : 1° une partie élémentaire, où sont décrits les faits les plus simples et les plus constants ; 2° une partie spéciale, consacrée à l'étude des faits complexes et variables ; 3° une partie comparée où les relations des faits sont indiquées par séries, et 4° une partie générale qui ramène ces séries à l'unité et formule les lois de l'ensemble. La recherche, évoluant ainsi à travers une suite d'analyses et de synthèses, va par degrés des problèmes les plus simples aux plus complexes et des éléments aux vues générales.

Tel est le plan de l'ouvrage. Il soulèverait des objections de plusieurs sortes. Nous critiquerons d'abord une terminologie nouvelle pour désigner des sciences anciennes, ce qui a pour effet de désorienter ou d'effaroucher le lecteur. L'innovation en matière de mots est toujours périlleuse, et la logique aurait dû ici céder à l'usage.

On pourrait en outre s'étonner de voir assigner les mêmes développements aux diverses sciences, sans qu'il soit tenu compte de leur inégale et croissante complexité. Nous supposons qu'en leur imposant à toutes une mesure fixe, en les soumettant en quelque sorte à une égalité démocratique, l'auteur a simplement voulu les amener et les arrêter au même point de division, c'est-à-dire établir des cadres et comme des titres de chapitre que chaque science devrait ensuite remplir suivant ce que fournira le sujet. Mais nous craignons que là encore l'auteur n'ait trop accordé au besoin de symétrie et de concordance.

Malgré ces critiques de détail et d'autres que l'on pourrait faire, l'ouvrage que nous signalons au public témoigne d'un louable effort pour mettre dans les sciences l'unité logique et la subordination, en place de l'incohérence et de l'anarchie.

M. Bouchard (1) vient de publier les leçons qu'il a professées à la Faculté de médecine de Paris sur la pathologie générale de la nutrition. Il a choisi pour sujet d'étude les altérations fonctionnelles que produisent dans la nutrition certaines grandes diathèses. Dans les premières leçons il expose l'histoire de la chaire de pathologie générale, l'œuvre de Broussais, d'Andral, de Chauffard. Puis il prend l'étude de la nutrition à l'état physiologique, et après ce résumé sommaire, entre dans l'histoire des troubles pathologiques de la nutrition, du rachitisme, de l'ostéomalacie, de l'oxalurie, de la lithiase biliaire. Après avoir traité en détail de cette dernière diathèse, M. Bouchard arrive à l'histoire de l'obésité et montre que la lithiase biliaire et l'obésité sont deux maladies qui s'associent entre elles, *deux membres de la même famille morbide*. L'obésité est aussi liée à d'autres diathèses : la migraine et le rhumatisme principalement. Une grande partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude de la glycosurie, diathèse pour laquelle, malheureusement, les expériences de la physiologie n'ont pas apporté de notions pathogéniques indiscutables. Après cette étude du diabète, vient l'analyse complète de la diathèse goutteuse. Ces trois maladies, diabète, obésité, goutte, ont un lien commun. Toutes trois dérivent probablement de combustions organiques interstitielles insuffisantes. Dans un cas, c'est la graisse qui n'est pas brûlée ; dans l'autre, c'est le sucre ; dans la troisième maladie, ce sont les matériaux azotés qui ne peuvent arriver au dernier terme de leur combustion.

Le lien commun de ces maladies différentes et de même famille, la cause commune qui les engendre et qui les associe, c'est le trouble nutritif général. C'est la diathèse caractérisée par la nutrition retardante. Ce qu'il faut voir dans la diathèse, c'est l'habitude vicieuse du mouvement nutritif, qui peut rendre possible la formation ou l'accumulation anormale des matières organiques. Pour la lithiase biliaire, l'obésité, le diabète, la goutte, le rhumatisme, la modification nutritive commune, c'est le ralentissement des métamorphoses (2).

Le beau livre de M. Bouchard sera apprécié par les médecins comme par les savants. Il est malheureusement bien peu d'ouvrages de médecine conçus et exécutés dans un esprit aussi scientifique. C'est pourquoi l'on peut être assuré que le succès des cours de pathologie générale rejaillira sur le livre qui en est la publication.

M. Ch. Livon (3) nous présente un ouvrage qui rendra service aux physiologistes. Il y a maintenant une technique physiologique qu'il importe de connaître et dont la connaissance approfondie évitera aux expérimentateurs de nombreux déboires. M. Livon nous indique quels sont les moyens classiques qu'il faut employer. Il a joint à son ouvrage de nom-

(1) *Maladies par ralentissement de la nutrition ; Cours de pathologie générale.* Un vol. in-8° de 412 pages. — Paris, Savy, 1882.

(2) Les Allemands ont un mot heureux pour indiquer ces phénomènes chimiques interstitiels ; c'est ce qu'ils appellent *Stoffwechsel.*

(3) *Manuel des vivisections.* — Un vol. in-12 de 340 pages. Paris, J.-B. Baillière, 1882.

breuses planches dont quelques-unes sont fort bonnes. D'autres sont suffisantes; il en est encore qui sont mauvaises. Peut-être aurait-il mieux valu ne donner qu'un petit nombre de planches et éliminer celles qui sont inutiles ou défectueuses.

On peut dire, sans exagération, que ce livre comble une lacune réelle. Nous ne possédons, en effet, en France, sur ce sujet, que l'ouvrage posthume de Claude Bernard (1). Mais dans cette œuvre de l'illustre physiologiste, on trouve plutôt l'exposé de ses propres méditations et expérimentations qu'un traité dogmatique sur la matière. Le manuel de M. Livon est un travail assurément moins original, mais plus complet. Il a été écrit, comme le dit l'auteur, dans le laboratoire et pour le laboratoire.

Nos lecteurs se souviennent des leçons que M. Hayem a publiées dans la *Revue scientifique* sur la médication ferrugineuse, les principes de la thérapeutique expérimentale et la transfusion du sang. Ces leçons faisaient partie du cours de thérapeutique qu'il avait professé à la Faculté de médecine en l'année 1880-81. Ce cours est publié et forme un volume intéressant et original (2). M. Hayem a pensé avec raison que la thérapeutique doit s'appuyer sur la physiologie expérimentale, et qu'il serait aussi déraisonnable de faire de la thérapeutique sans physiologie, que de faire de la thérapeutique sans observations médicales.

Pour prendre un exemple dans les leçons de M. Hayem, est-ce que la transfusion pourrait être bien connue sans les expériences sur les animaux? Si Lower et Denis n'avaient pas d'abord essayé la transfusion sur des moutons et sur des chiens, ils n'auraient pas osé proposer cette méthode pour l'homme. Et, à propos de cette transfusion, que de questions se posent encore, qui ne peuvent être résolues que par l'expérimentation! Faut-il que le sang soit défibriné? Peut-il être injecté à des animaux d'espèces différentes? Quelle est la quantité maxima qu'on peut injecter, et quelle est la quantité minima nécessaire pour observer une action? Que deviennent les globules? Quelles précautions faut-il prendre contre les germes? A quel signe reconnaît-on que l'hémorragie dont on veut combattre les effets par la transfusion du sang aura des conséquences mortelles si l'on n'agit pas? Quelle est l'action des saignées répétées sur la nutrition, etc.? Toutes ces questions se posent, mais elles ne sont pas encore résolues.

Les premières leçons de M. Hayem sont consacrées à des généralités sur la thérapeutique. Il y a dans la thérapeutique expérimentale deux branches distinctes, la pharmacothérapie et la pharmacodynamique. La pharmacodynamique nous fait connaître le mode d'action des agents médicamenteux sur les organes sains, et elle relève exclusivement de l'expérimentation. La pharmacothérapie nous indique empiriquement la valeur thérapeutique de ces agents médicamenteux. Quant à la thérapeutique, M. Hayem la définit, comme ses prédécesseurs, la science des indications et l'art de les remplir.

M. Hayem, dans son livre, n'a étudié qu'un chapitre de la thérapeutique expérimentale, le rôle des émissions sanguines et de la transfusion du sang.

Après avoir passé en revue les données plus ou moins contradictoires relatives à la masse du sang, il donne le résultat des nombreuses mensurations, tant à l'état normal qu'à l'état pathologique, du nombre des globules rouges contenus dans un volume déterminé de sang. Le procédé qu'il a imaginé et qu'il décrit en détail est fondé sur la comparaison de la couleur du sang à examiner avec certains verres colorés en rouge, pris comme étalons. D'après lui, les chances d'erreur ne sont que de 3 pour 100 environ, c'est-à-dire, en somme, assez minimes. Car ces différences individuelles (suivant l'espèce, l'âge, la santé, etc.) sont de bien plus de 3 pour 100. Il admet comme moyenne définitive, chez l'homme, le chiffre de 5 200 000 globules par millimètre cube. Chez l'adulte, ce chiffre est de 5 500 000 en moyenne (le chiffre le plus fort est 6 900 000). Chez les nouveau-nés, la richesse du sang est très variable, et la richesse globulaire, c'est-à-dire la valeur du sang en hémoglobine, est plus grande que chez l'adulte. Chez la femme, la moyenne des globules est de 4 900 000. Les hématoblastes varient entre 100 000 et 300 000. Ils sont bien moins nombreux au moment de la naissance que quelques jours plus tard. Les globules blancs sont en moyenne de 7000. Chez le nouveau-né, leur nombre s'élève jusqu'à 19 000. Chez le chien, il y a en moyenne 6 650 000 globules (le chiffre le plus fort a été 8 380 000), avec 10 000 globules blancs et 250 000 hématoblastes.

D'après ses expériences, M. Hayem pense que, chez le chien, la mort ne survient que quand la perte de sang équivaut à plus de $\frac{1}{10}$ du poids du corps. Les pertes de $\frac{1}{19}$ à $\frac{1}{11}$ sont, en général, immédiatement mortelles.

Une perte de sang, unique et faible, ne dépassant pas $\frac{1}{57}$ du poids du corps, ne produit qu'une anémie légère; mais elle suffit cependant pour abaisser pendant près de trois semaines le nombre normal des globules rouges. Les fortes hémorragies sont toujours suivies d'une certaine diminution dans le nombre des globules, diminution qui va en augmentant progressivement pendant plus d'une semaine après la soustraction de sang. Puis la réparation se fait, et à partir de ce moment le nombre des globules augmente chaque jour, lentement au début, rapidement plus tard. Les hématoblastes, les leucocytes subissent en même temps diverses modifications, quantitatives et qualitatives, sur lesquelles M. Hayem appelle l'attention.

Reprenant ensuite l'étude de la transfusion, en analysant jour par jour le nombre des globules du sang à la suite d'une hémorragie et d'une transfusion, M. Hayem montre que la transfusion de sang défibriné produit des effets bien

(1) *Leçons de physiologie opératoire*. — Paris, 1879.

(2) *Leçons sur les modifications du sang sous l'influence des agents médicamenteux et des pratiques thérapeutiques, émissions sanguines, transfusion du sang, fer*. Un vol. in-8° de 540 pages. Paris, Masson, 1882.

différents de ceux de la transfusion pratiquée avec le propre sang de l'animal. Elle suractive alors, en effet, le processus de rénovation sanguine. Mais le sang défibriné qu'on injecte est du sang mort. Ce n'est pas par l'introduction de nouveaux globules qu'agit la transfusion, c'est par la suractivité que donne le sang injecté au sang qui était resté dans l'organisme. Quant au sang complet non défibriné, c'est le seul qui, lorsqu'il ne reste plus dans l'organisme assez de liquide sanguin pour l'entretien de la vie, peut amener à coup sûr un rétablissement durable et définitif de l'animal.

M. Hayem termine ses leçons par l'étude pharmacodynamique et pharmacothérapique du fer. Cet excellent médicament agit toutes les fois qu'il existe de l'aglobulie. Son action est curative dans les anémies primitives ; elle n'est que palliative dans les anémies secondaires.

En somme, l'ouvrage de M. Hayem, outre les expériences personnelles et les vues ingénieuses de l'auteur, est un exposé complet des propriétés biologiques du sang, et il contient un grand nombre de faits du plus haut intérêt, non seulement au point de vue médical, mais encore au point de vue physiologique.

M. Perrier (1) a rassemblé en un ouvrage didactique les leçons qu'il avait professées depuis 1871 jusqu'en 1876 à l'École normale supérieure. Le programme de ces cours correspond au programme officiel pour la classe de philosophie. C'est dire que ce livre, tout en étant élémentaire, doit atteindre un certain degré de développement scientifique. On comprend que nous ne puissions l'analyser ici. On analyse une monographie : on n'analyse pas un traité qui comprend toute l'anatomie et toute la physiologie. Il serait certes à désirer que les élèves de la classe de philosophie pussent connaître tous les faits qu'expose M. Perrier. Mais, à vrai dire, il nous paraît douteux que leur temps soit suffisant et leur intelligence assez développée pour comprendre et apprendre tout ce qui est indiqué dans cet ouvrage. Si la sanction de l'instruction qu'ils ont acquise est donnée par le baccalauréat ès lettres, il est douteux que les interrogateurs à l'examen du baccalauréat puissent obtenir des réponses satisfaisantes sur des questions comme celle-ci : la métagénèse, la théorie de la gastrula, le polymorphisme, le protoplasma, l'astigmatisme, l'aphasie, la myographie, le type des cœlentérés, le type des spongiaires, etc.

Ce n'est pas une critique que nous formulons, mais un point d'interrogation qu'il est nécessaire de poser. Où faudra-t-il s'arrêter dans un ouvrage de cette nature ? Le livre de M. Perrier, où les idées générales sont traitées avec une grande clarté d'exposition et une grande largeur de vues, nous paraît fait plutôt pour les élèves de l'école normale qui se préparent à la licence ès sciences naturelles que pour les élèves de philosophie qui se préparent au baccalauréat ès lettres. Après tout, mieux vaut un livre trop savant et trop élevé qu'un de ces insipides manuels qui sont la pâture des candidats au baccalauréat.

(1) *Anatomie et physiologie animales*, rédigées conformément aux programmes officiels pour l'enseignement dans la classe de philosophie. Un vol. in-8° de 600 pages, avec 320 figures. Paris, Hachette, 1882.

REVUE DE CHIMIE

Les travaux de chimie continuent à se publier à l'étranger dans le même ordre, la prééminence appartient toujours à la chimie organique. De plus, parmi les nombreux mémoires publiés on ne voit pas que ceux qui portent sur des sujets variés soient bien intéressants, l'intérêt s'attachant toujours aux recherches d'un petit nombre de personnes qui ne paraissent pas susciter, par leur exemple, de nombreux émules ; aussi un compte rendu de chimie doit-il forcément se ressembler à lui-même pendant des mois.

Les travaux de chimie bien conduits demandent quelquefois des années pour être menés à bien avec la précision que comportent les recherches actuelles. Nous ne pouvons mieux faire que de renseigner nos lecteurs la plupart du temps sur l'état des questions traitées par MM. Baeyer, Ladenburg, Fitz, Hartley, Weidel, Skraup, Hofmann et quelques autres qui, heureusement, ne quittent pas un sujet avant d'en avoir tiré tout le parti possible. Un certain nombre de sujets étant ainsi traités, on peut le dire, par des spécialistes, il est bien rare qu'il vienne quelque intrus original tirer quelque chose de neuf de son cerveau et lancer sur sa piste l'armée des moindres ouvriers qui remplissent les petits trous. Avant de marcher il faut attendre — cela, hélas ! est vrai un peu partout — que les esprits les plus favorisés aient terminé un de leurs travaux pour ouvrir une nouvelle voie. Pourtant, à part quelques hommes supérieurs, il est évident que ceux qui trouvent ces sujets courants où il y a place pour tous à leur suite sont avant tout des travailleurs qui observent souvent la nature. Une bonne instruction chimique dans l'état actuel de nos connaissances n'est ni bien longue ni bien pénible à acquérir, et en sortant des facultés et des écoles, un assez grand nombre d'hommes la possèdent qui pourraient sans plus attendre faire des travaux neufs rien qu'en observant et en manipulant n'importe quoi.

Sans que cela soit encore érigé en méthode, on aperçoit une tendance dans toutes les branches de la chimie : celle qui consiste à se désintéresser des *corps nouveaux* et à chercher plutôt comment les corps *se font*, sans négliger la plus petite phase visible des transformations qui conduisent à un produit donné, fût-il peu intéressant, en partant de deux composants. Les nouveaux dérivés d'ordre connu, nouvel alcool, nouvel acide, etc., valent moins que la connaissance du mécanisme, de sa formation, que la connaissance des étapes qu'il a traversées pour arriver à l'état stable où nous le voyons. On recherche les procédés de la chimie.

Comme exemple de la tendance dont nous parlons on peut donner les mémoires de M. W. Hofmann parus dans divers fascicules des *Berichte* de 1882.

Nous avons déjà dit que l'auteur, en partant des amides,

était arrivé à des urées substituées; il obtient maintenant des amines par la même réaction et, entre ces deux points, amides et amines, voici comment les choses se passent.

Le brome transforme l'amide en bromamide, en présence de la potasse qui s'empare de l'acide bromhydrique formé.



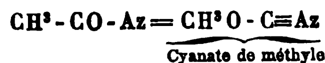
$$CH^3\text{-}CO\text{-}AzH^2 + Br^2 = CH^3\text{-}CO\text{-}AzHBr + HBr$$

La bromamide perd facilement HBr toujours en présence de la potasse, mais cette fois on prend celle-ci plus concentrée,



$$CH^3\text{-}CO\text{-}AzHBr = HBr + CH^3\text{-}CO\text{-}Az$$

Le corps qui dans cette réaction devrait logiquement se former et avoir la constitution écrite ci-dessus n'étant pas en réalité observable, ce qu'on obtient est un éther cyanique et dans l'exemple choisi ci-dessus c'est du cyanate de méthyle qui se forme,



$$CH^3\text{-}CO\text{-}Az = \underbrace{CH^3O\text{-}C{\equiv}Az}_{\text{Cyanate de méthyle}}$$

Par la classique réaction de M. Würtz on sait que les cyanates alcooliques sont la clef des amines; en effet, par l'action de la chaleur et d'une solution de potasse plus concentrée encore que dans les phases précédentes, le cyanate de méthyle est converti en méthylamine et carbonate de potasse, $CH^3O\text{-}C{\equiv}Az + 2KOH = CO^3K^2 + CH^3\text{-}AzH^2$.

Le brome en présence de la potasse transforme donc les amides en amines : on connait le mécanisme de cette réaction, les termes de passage ne sont pas négligés ou simplement supposés, on les a expérimentalement observés. Nous insistons sur la nouvelle transformation de la réaction de M. Hofmann, car, en plus de l'intérêt théorique et de l'élégance de la méthode que nous venons d'indiquer, elle satisfait un desideratum pratique depuis longtemps attendu des chimistes. Jusqu'à présent il était presque impossible de se procurer dans les laboratoires des amines primaires pures, les réactions indiquées pour les préparer étant extrêmement coûteuses et longues. La réaction de M. Hofmann, généralisée par lui et appliquée aux amides de la série grasse, permet de préparer rapidement les monamines avec des rendements de 80 à 85 pour 100 de la théorie; en réalité, on n'a plus qu'à se procurer des acides gras qu'on transforme d'abord en amide, ces amides traitées par le brome (Br^2) et la potasse laissent distiller les bases.

La difficulté avec laquelle les amides se préparent encore aujourd'hui aurait suffi à rendre la préparation impraticable, si l'auteur ne s'était attaché à la rendre facile elle-même, simplifiant ainsi les méthodes de préparation de deux corps importants. Généralement on prépare les amides en faisant digérer l'éther d'un acide gras avec de l'ammoniaque, ce qui oblige à préparer un éther qui ne se transforme pas toujours facilement en amide. M. Hofmann prépare toutes les amides grasses comme on prépare l'acétamide, c'est-à-dire par la distillation sèche des sels ammoniacaux correspondants, selon le principe primitif de M. Dumas. On modifie seulement un peu les conditions de manière à faire, comme le dit l'auteur, une *digestion* sèche.

Les acides gras quelconques saturés à refus d'ammoniaque sèche — ce qui revient à faire un sel d'ammonium — sont chauffés en vase clos pendant quatre ou cinq heures à 230°, au bout de ce temps les vases contiennent de l'eau et l'amide cherchée qu'on purifie selon les cas par distillation ou par cristallisation. On n'a plus qu'à l'additionner de deux molécules de brome, ajouter de la potasse en solution étendue, puis distiller avec de la potasse concentrée pour avoir une monamine pure.

Grâce aux nombreux élèves qui fréquentent les laboratoires des chimistes allemands, ceux-ci peuvent pousser eux-mêmes très loin l'application de leurs propres réactions et, tandis que chez nous on n'eût fait les réactions que nous venons de signaler que sur les trois ou quatre premiers termes de la série des acides gras, qui suffisent à en montrer l'intérêt, M. Hofmann n'a pas dédaigné de faire en outre les amides en C^4, C^5, C^6, C^7, C^8, C^9, C^{10}.... et leurs amines correspondantes, apparemment parce que cela ne lui prenait pas un temps plus utile.

M. Fitz, de Strasbourg, est devenu en chimie un spécialiste d'un genre nouveau; il n'attaque pas les molécules avec des réactifs chimiques, mais avec les réactifs vivants qui sont les microbes. Il recherche les conditions dans lesquelles il est possible de faire vivre un microbe dans une solution chimique déterminée, de façon à transformer celle-ci et à étudier ensuite les résultats du travail chimico-biologique.

M. Fitz s'est attaché, cette fois-ci, à cultiver *une espèce* pure qu'il nomme *baccillus butylicus* et à fixer les limites entre lesquelles il vit selon la température et les milieux. Le baccile butylique ou ferment butyrique prospère à 40° et meurt à 45°; au point de vue de la température, les fermentations doivent donc être maintenues à 40°. Les spores ou corpuscules germes de cet organisme sont toutefois beaucoup plus résistants; un ballon contenant de ces spores peut être placé sur un fourneau à feu nu et chauffé jusqu'à ce que le liquide bouille franchement sans qu'ils soient détruits. Les spores peuvent supporter une température de 95° pendant cinq minutes sans être détruits. L'influence de la température varie d'ailleurs un peu avec la nature du milieu liquide. La résistance de ces boîtes de Pandore, qu'on appelle les corpuscules-germes, à la cuisson nous montre combien il faut prendre de précautions quand on veut se mettre à l'abri des microbes, et combien doivent être illusoires toutes ces fumigations sulfureuses et aspersions phéniquées qu'on jette à la légère comme une bénédiction. D'après les travaux les plus récents, il ne paraît y avoir que les oxydants concentrés : le chlorure de chaux, le permanganate de potasse, le chlore et l'eau oxygénée, qui puissent entamer la coque des germes.

M. Fitz a déterminé quelle était la limite de concentration d'une substance déterminée capable de provoquer l'arrêt de développement du baccile butylique, celui-ci cesse de prospérer dans des solutions contenant 3 pour 100 d'alcool ordinaire, 1 pour 100 d'alcool butylique, 0,1 pour 100 d'acide butyrique et plus de 25 pour 100 de glycérine; à ces doses,

les corps énumérés sont des antiseptiques pour le baccile, ce dont il faut tenir compte quand on l'emploie comme ferment en présence de ces corps.

L'auteur a examiné l'action du baccile butylique pur sur la glycérine.

Voici comment l'expérience a été conduite.

Pour 180 grammes de glycérine, on emploie 6 litres d'eau, $0^{gr},1$ de phosphate de potassium, $0^{gr},02$ de sulfate de magnésie, 1 gramme de chlorhydrate d'ammoniaque et 30 grammes de carbonate de chaux; tout ceci constitue un milieu de culture.

Au bout de vingt et un jours, la fermentation est terminée et on peut tirer du mélange 14 grammes d'alcool butylique, 30 grammes d'acide butyrique saturé par la chaux, 3 grammes d'acide lactique et $6^{gr},1$ de triméthylène alcool.

Dans les mêmes conditions, 180 grammes de mannite et 45 grammes de carbonate de chaux donnent 18 grammes d'alcool butylique, 64 grammes d'acide butyrique pur avec des traces seulement d'acides lactique et succinique.

Avec 180 grammes de sucre de fermentation et 70 grammes de craie, il se fait 1 gramme d'alcool butylique et 80 grammes d'acide butyrique.

Nous avons tenu à donner ces détails et ces nombres, parce qu'ils constituent une préparation pratique des acides et alcools précités, en même temps qu'ils montrent l'action spécifique du microbe butylique, capable de transformer des substances diverses : $C^3H^8O^3$, $C^6H^{14}O^6$, $C^6H^{12}O^6$ en un mélange constant des corps $C^4H^8O^2$ et $C^4H^{10}O$.

Sous le titre de *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas,* vient de paraître, à Leyde, un nouveau journal de chimie rédigé en français et contenant uniquement les travaux des chimistes hollandais. Nous annonçons la publication de ce journal étranger, parce qu'il peut être lu directement par tous les chimistes français et parce qu'il peut intéresser spécialement les personnes s'occupant d'alcaloïdes, les rédacteurs, van Dorp, Hoogewerff, Mulder, Oudemans, Franchimont, etc., étant pour ainsi dire spécialistes sur ces questions. Le premier numéro renferme deux mémoires étendus sur les alcaloïdes. Dans l'un de ces travaux, M. Oudemans s'occupe de l'influence qu'exercent la nature des acides et leur concentration sur la variation du pouvoir rotatoire des alcaloïdes du quinquina.

Dans une série de tableaux intéressants au point de vue du dosage polarimétrique des alcaloïdes, l'auteur donne des nombres qui montrent que pour les bases monacides du quinquina le pouvoir rotatoire spécifique du sel neutre reste invariable, quelle que soit la nature de l'acide; les variations qui peuvent se produire tiennent uniquement à l'action décomposante que l'eau peut exercer sur les sels neutres. Dans le cas des bases diacides, les phénomènes sont plus compliqués; le pouvoir rotatoire des alcaloïdes combinés à des acides minéraux, réputés forts, est beaucoup plus considérable qu'avec les acides faibles ou organiques. Le pouvoir rotatoire des sels basiques est moindre que celui des sels neutres; de plus, en dépassant la neutralité, il croît avec la concentration de l'acide jusqu'à une certaine limite après laquelle il décroît de nouveau. Les pouvoirs rotatoires des sels basiques en solutions alcooliques sont extrêmement variables.

Les numéros du *Chemical Society* contiennent un certain nombre de publications intéressantes. En outre, certains mémoires de ce journal sont luxueux, témoin le travail de M. Hartley sur les spectres des corps simples, qui contient des planches photographiques auxquelles nous ne sommes pas habitués dans notre pays où, le plus souvent, science et finance ne vont pas de pair.

Le n° 232 de ce recueil contient un mémoire de vingt pages de MM. Cross et Bevan sur la chimie des fibres textiles; nous nous empressons de signaler ce mémoire et d'en rendre compte, car il est doublement intéressant par sa méthode au point de vue de la chimie et par sa nature à celui de l'industrie.

Il convient de féliciter les chimistes qui ont le courage d'étudier, analyses en main, des sujets tels que celui qui nous occupe. La constitution des substances cellulosiques est un des trous noirs de la science, noir et mystérieusement attrayant comme toutes ces questions complexes qui font le jeu de la vie.

En entrant dans cet enfer du chimiste, il faut abandonner l'espoir de voir les dérivés intéressants cristalliser et vous mener vers quelque bonne théorie bien claire.

Les auteurs, faute d'équations pouvant rattacher nettement leurs intéressantes observations à l'ensemble de la chimie systématique, ont sacrifié cependant à la théorie en faisant une sorte d'arbre généalogique représentant la filiation des principes immédiats des tissus végétaux tirant leur origine de l'eau et de l'acide carbonique et finissent par revenir à ces mêmes éléments.

Dans une première partie de leur travail, MM. Cross et Bevan ont cherché, non pas à isoler un nombre plus ou moins grand de principes dont il ne serait pas possible de fixer le poids moléculaire, mais à provoquer des dédoublements et des substitutions pouvant donner une idée approchée de la constitution des principes fondamentaux des tissus. C'est ainsi, par exemple, qu'ils ont pu, sous l'influence du chlore, dédoubler les fibres de divers textiles en cellulose et une nouvelle substance tétrachlorée $n(C^{19}H^{18}Cl^4O^9)$ appartenant à la série aromatique, et présentant une grande analogie de réactions avec la tétrachloroquinone.

Les fibres de sparte, traitées par l'acide azotique étendu, donnent également une combinaison aromatique nitrée $n(C^{25}H^{39}(AzO^2)O^{23}$, dans laquelle huit atomes d'hydrogène sont remplaçables par des métaux.

Les auteurs ont aussi fondé sur l'emploi alternatif du chlore, de l'acide sulfureux et de la potasse une méthode de transformation des principes immédiats végétaux, et une marche analytique qui d'ailleurs ne comporte pas de progrès sur les méthodes données par M. Frémy.

D'après les faits observés, on pourrait considérer les diverses fibres comme des combinaisons de cellulose avec des

principes aromatiques de la nature de la quinone; ces fibres, ainsi considérées, seraient analogues aux glucosides; seulement les celluloses prenant la place du glucose, on les appellerait des *cellulides*. Les auteurs insistent sur ce fait que dans les traitements d'une fibre quelconque par le chlore ou le brome en solution aqueuse ou acétique, on obtient toujours des dérivés di ou tétra substitués appartenant à un petit nombre de types et présentant une constance remarquable à l'analyse élémentaire, alors même qu'il n'est pas possible de distinguer ces substances amorphes par l'étude de leurs caractères extérieurs.

M. W. Zorn (*Berichte*, n° 7, 1882) a obtenu, il y a quelque temps, un composé résultant de l'action de l'iodure d'éthyle sur l'hypoazotite d'argent, sel découvert depuis peu d'années et réputé avoir la formule Ag Az O.

L'analyse de ce composé, qui est le diazoéthoxème, correspond bien à la formule brute C^2H^5AzO du sel d'argent, dont il dérive par double décomposition; mais sa densité de vapeur démontre que la molécule doit être doublée et qu'on doit, par conséquent, formuler



$$C^2H^5 - O - Az = Az - OC^2H^5.$$

On connaît encore une substance, découverte par Frankland en faisant réagir le bioxyde d'azote sur le zinc-éthyle, qui peut être considérée, d'après sa formule $C^2H^6Az^2O^2$, comme l'éther acide correspondant au diazoéthoxème et s'écrire :



$$C^2H^5 - O - Az = Az - OH.$$

Guidé par ces faits, M. Zorn a pensé que l'acide hyponitreux et ses sels, les hypoazotites, pourraient ne pas avoir une constitution aussi simple qu'on l'avait cru jusqu'à présent.

L'hypoazotite de potassium, par exemple, au lieu de s'écrire :



$$Az \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow K \end{matrix}$$

prendrait la formule :



$$K - O - Az = Az - O - K$$

qui en fait une sorte de dérivé diazoïque et se confond numériquement avec la première, puisque tout y est divisible par deux.

Si les hypoazotites ont en réalité une formule double de celle qu'on accepte, ils pourraient donner des sels mixtes ou des sels acides, tels que :



$$K - O - Az = Az - O - H$$

qui, rendant la formule indivisible, fixeraient le véritable poids moléculaire.

M. Zorn, cherchant dans cet ordre d'idées, a obtenu un hypoazotite acide de baryum en traitant l'hypoazotite neutre de ce métal par une quantité d'acide sulfurique capable de précipiter la moitié du baryum qu'il contenait.

L'hypoazotite acide de baryum ne pouvant s'écrire que sous la forme



$$(HO - Az = AzO -)^2 Ba$$

l'auteur pense que la formule des hyponitrites doit être doublée.

M. Ladenburg entre, je crois, dans sa troisième année de recherches sur le même point : l'atropine. Il s'est proposé de savoir un jour ou l'autre la constitution de cet alcaloïde oxygéné naturel et d'en faire la synthèse. Dans nos précédentes revues, nous avons tenu nos lecteurs au courant des travaux de l'auteur que nous avions laissé en présence de la tropine, après sa synthèse partielle de l'atropine au moyen de cette dernière base et de l'acide atropique préparé artificiellement. De la connaissance de la constitution de la tropine dépend la synthèse de cet alcali qui assure du même coup l'obtention de l'atropine.

L'auteur a entrepris l'oxydation d'un hydrocarbure dérivé de la tropine par soustraction d'azote en mettant à profit la méthode d'Hofmann, qui dédouble les ammoniums quaternaires en un hydrocarbure et en une amine par l'action de la potasse. Ce carbure est le tropylène; il représente la chaîne primitive de la tropine, moins l'azote.

Le *tropylène* peut être oxydé par l'acide azotique, pourvu qu'on ait la patience de n'agir que sur un demi-gramme à la fois en refroidissant dès que la réaction s'emporte et en réchauffant dès qu'elle s'arrête, l'auteur a ainsi oxydé 12 grammes de tropylène en vingt-quatre séances. C'est encore là un des signes du temps en chimie; un but étant donné, y arriver coûte que coûte, malgré les moyens imparfaits que nous avons. On ne peut faire un pas en chimie organique sans avoir la *constitution* du corps étudié.

Le tropylène dérivé de la tropine a donné à M. Ladenburg de l'acide adipique normal, par oxydation. C'est là un document important pour établir le plan moléculaire de la base.

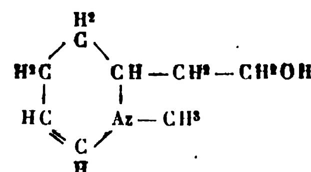
Une seconde réaction de destruction partielle a été faite sur le noyau fondamental de la tropine au moyen du brome.

La tropine, chauffée en tube scellé à 180° avec 4 molécules de ce métalloïde, se convertit en bibromure d'éthylène, méthylbibromopyridine et acide bromhydrique :



$$\underbrace{C^8H^{15}Az}_{\text{Tropine.}} + 4Br^2 = C^2H^4Br^2 + \underbrace{C^6H^5Br^2Az}_{\text{Méthylbibromopyridine.}} + 4HBr$$

De cette décomposition, plus importante que la première, et en tenant compte de celle-ci, il est facile de tirer la constitution de la base qui donnerait ces réactions, et on arrive pour la formule de la tropine au schéma :



qui en fait une oxyéthyldihydrométhylpyridine dont on peut déjà escompter la synthèse par la pipéridine, l'iodure de méthyle et la chlorhydrine du glycol.

Comme on sait déjà, par les travaux de l'auteur, combiner la tropine et l'acide atropique pour en faire pratiquement de

l'atropine, les dernières obscurités sur la constitution de cette dernière ont disparu ; il ne reste qu'à la préparer, ce qui, espérons-le, ne tardera pas.

Les travaux de chimie minérale deviennent de plus en plus rares à l'étranger; en Angleterre même, il s'en fait très peu d'intéressants. Les chimistes anglais sont en ce moment lancés dans la chimie physique et dans l'examen des raies et bandes d'absorption spectrales. Un peu tous les corps y passent, composés métalliques et substances organiques, on essaye de rattacher les formules de constitution schématique employées actuellement aux propriétés optiques observées. On cherche à traduire par un phénomène physique observable l'idée de lacunes, de non-saturation, à divers degrés.

En Allemagne, la chimie minérale telle que l'ont pratiquée Deville, Bunsen, Wohler, Frémy, Debray, Roscoë, etc., ne paraît pas attirer beaucoup les esprits, et ce n'est que par hasard qu'on rencontre dans les *Berichte* de Berlin un travail minéral un peu complet.

M. Clément Zimmermann, dans le n° 6 des *Berichte*, publie un intéressant mémoire qui est la continuation de ses publications précédentes sur la densité de vapeur des chlorures et bromures d'uranium. On sait que Mendeleef, dans sa célèbre classification des corps simples en séries périodiques, avait été amené par des considérations théoriques à donner à l'uranium le poids atomique 240, alors qu'on le croyait représenté par le nombre proportionnel 120.

L'hydrogène étant pris pour unité, l'uranium devenait ainsi le corps simple du poids atomique le plus élevé. Ce n'est pas un des moindres mérites de la classification de Mendeleef que d'avoir provoqué une série de travaux qui prenaient là leur point de départ, leur idée mère. Le poids atomique de l'uranium n'étant pas démontré, M. Zimmermann a tenté cette démonstration, et cela avec un plein succès.

Depuis la découverte de l'uranium par M. Péligot, en 1842, les propriétés de ce métal ont été peu étudiées.

L'auteur a préparé une assez grande quantité d'uranium par la méthode de Péligot, c'est-à-dire par l'action du sodium sur le chlorure d'uranium, il opère dans un cylindre en fer chauffé simplement au feu de charbon de bois. Si la température est peu élevée, on obtient un métal pulvérulent ; en chauffant au rouge blanc le cylindre dans lequel la préparation se fait, on obtient l'uranium fondu en gros globules disséminés dans la masse.

L'uranium fondu, préparé comme il vient d'être dit, est tout à fait pur; il n'a besoin d'aucune préparation subséquente. C'est un métal d'un blanc d'argent, assez malléable et moins dur que l'acier qui le raye facilement.

A l'état poli, ce métal se ternit à l'air et devient brun par suite de la formation d'une légère couche d'oxyde. Chauffé sur une lame de platine, il brûle facilement en donnant de l'oxyde uranique.

Ce qu'il était le plus important de déterminer sur l'uranium pur, c'étaient ses constantes physiques : sa densité et surtout sa chaleur spécifique. La densité de l'uranium est extrêmement élevée, ainsi que Péligot l'a constaté lors de son premier travail; cette densité est de 18,7.

On sait que, d'après la loi de Dulong et Petit, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique est un nombre constant très voisin de 6,4. Cette loi, ayant été successivement vérifiée pour tous les éléments métalliques, est appliquée maintenant à déterminer le poids atomique des métaux nouveaux.

M. Zimmermann a trouvé pour la chaleur spécifique de l'uranium, comme moyenne de plusieurs observations concordantes, le nombre 0,0276. Ce nombre, multiplié par 120, le poids atomique anciennement admis de l'uranium, donne 3,31, qui est sensiblement la moitié du produit 6,4 de Dulong et Petit et constituerait une exception flagrante à cette loi. Au contraire, si on prend 240 pour le poids atomique, on a : $240 \times 0{,}0276 = 6{,}64$, ce qui est conforme à la théorie.

Cette constatation, jointe à la détermination de la densité de vapeur du tétrachlorure d'uranium, faite aussi par l'auteur, montre que le poids atomique de ce métal est plus grand que celui de tous les autres corps connus jusqu'à ce jour, et qu'au lieu d'écrire :



$UrCl^2 \quad Ur^2Cl^3 \quad Ur^2Cl^5 \quad UrO \quad Ur^2O^3$

comme cela devait se faire en prenant le nombre 120 pour poids atomique, on devra formuler maintenant ces mêmes composés :



$UrCl^4 \quad UrCl^3 \quad UrCl^5 \quad UrO^2 \quad UrO^3.$

Avec ces formules, les composés urémiques se rapprochent beaucoup de ceux formés par le molybdène et le tungstène, et les urémates correspondent logiquement aux molybdates, tungstates, chromates, sulfates, etc.; leur formule cesse d'être en désaccord avec leurs propriétés analogiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 5 JUIN 1882.

Élection. — La section d'économie rurale présente, par l'organe de M. Boussingault, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Decaisne : 1° M. Schlœsing; 2° M. Dehérain, M. Duclaux, M. F.-Raoul Duval, M. Lavallée, M. Prillieux.

Mathématiques. — M. *C. Wolf* n'avait pas, dans la note qu'il a présentée à l'Académie le 8 août 1881, suivi l'histoire des deux mètres de l'histoire de l'Observatoire et du Conservatoire au delà du 16 ventôse an VIII, date de leur étalonnage définitif par Lefèbre-Gineau, Coulomb, Delambre et Méchain. C'est une facture de Lenoir, appartenant aux archives de l'Institut qui permet de remonter un peu plus loin. L'histoire des mètres en platine paraît donc définitivement fixée et peut se résumer comme suit :

1° La commission de l'an VII fit construire par Lenoir douze mètres en fer et ajuster à la même longueur deux des

barres de platine forgées par Jannetti. L'un de ces deux derniers mètres est celui des archives; l'autre, que j'appellerai le n° 2, fut conservé dans les collections de l'Institut. Les deux autres barres de platine, les n°s 3 et 4, furent *peut-être* ajustées de même, puisqu'elles portent le poinçon de la commission; mais elles n'avaient pas encore été livrées par Lenoir le 6 fructidor an VII.

2° Au mois de ventôse an VIII, les commissaires de l'Académie étalonnèrent de nouveau les barres n°s 2 et 3, par comparaison avec l'un des douze mètres en fer. Le n° 2 prit le nom de *mètre de l'Institut;* le n° 3 fut remis à l'Agence des poids et mesures, près le ministère de l'intérieur. L'histoire ultérieure de ce mètre est connue : c'est aujourd'hui celui du Conservatoire des arts et métiers.

3° En 1803, le mètre en platine et le mètre en fer de l'Institut, avec les autres étalons et les comparateurs appartenant à cette compagnie, furent transportés à l'Observatoire et confiés à la garde du bureau des longitudes.

4° La première comparaison du mètre de l'Observatoire avec celui des Archives, depuis la retouche du premier en l'an VIII, eut lieu le 26 janvier 1806.

5° Le quatrième mètre en platine, retrouvé par M. Tresca, s'il a été ajusté par la commission de l'an VII, comme paraît le prouver le poinçon dont il est marqué, doit être dans l'état où l'a laissé ce premier étalonnage.

Mécanique. — Note de M. *J. Boussinesq* sur les ondes produites par l'émersion d'un solide à la surface d'une eau tranquille, quand il y a lieu de tenir compte des deux coordonnées horizontales.

Physique. — M. *L. Troost* détermine la température d'ébullition du sélénium par la méthode indiquée dans la séance du 29 mars 1880, par H. Sainte-Claire Deville et par lui ; il fixe cette température constante à 665° sous les pressions voisines de 760 millimètres. Faisant remarquer que l'emploi des pyrites pour la fabrication de l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique donne du sélénium dans les boues des chambres de plomb ou au fond des bonbonnes, M. Troost propose d'utiliser la température constante de ce métalloïde, facile à se procurer aujourd'hui, comme celle du mercure et du soufre en ébullition pour y effectuer, *dans le verre* peu fusible, tel que le verre de Bohême et certains verres français, des réactions chimiques qui exigent un temps prolongé et des déterminations de densités de vapeur avec toute la précision que comporte le procédé de M. Dumas.

La méthode de M. Troost offre une grande supériorité sur les bains de zinc ou de cadmium; car ceux-ci, dont la température d'ébullition, d'ailleurs constante et permettant de dépasser 1000°, nécessitent des ballons de porcelaine qui offrent une grande difficulté pour leur fermeture et pour leur refroidissement graduel, afin d'éviter des ruptures dans le col du ballon.

— M. *Violle* a fait construire un calorimètre qui permet de mesurer la chaleur spécifique d'un corps, même quand la température initiale du corps est comprise entre 100° et 500°, en se basant sur la méthode de refroidissement.

Cet appareil consiste tout simplement en une petite bouteille en verre mince à col étroit et à deux enveloppes entre lesquelles on a fait le vide. L'appareil porte ainsi avec lui son enceinte, et les conditions de refroidissement restent toujours identiques.

En outre, par le goulot de la bouteille, on peut introduire à côté du thermomètre un agitateur, au moyen duquel on maintiendra la température constante dans toute la masse; on évitera ainsi ces différences à la surface et au centre, qui sont l'écueil de la méthode du refroidissement.

— MM. *Thoulet* et *Lagarde*, ayant à déterminer la chaleur spécifique de divers échantillons de minéraux, dont le poids variait de 0^g,1 à 0^g,5, ont imaginé une méthode où les corrections deviennent inutiles; l'on ne mesure que des différences de température et l'on prend comme terme de comparaison un corps d'ailleurs quelconque de chaleur spécifique connue.

Plaçant deux soudures thermo-électriques dans deux petits tubes contenant un liquide de chaleur spécifique déterminée (eau ou essence de térébenthine), on pourra, à l'aide d'un galvanomètre, mesurer par la déviation produite l'élévation de température résultant de l'immersion dans l'un des tubes d'un corps élevé à une température connue, et la comparer à celle que l'on obtient par une seconde expérience faite sur le corps type (par exemple : le cuivre pur). Pour échauffer les corps, on les place dans de petits moufles de verre mince que l'on garde dans la bouche. L'élévation de température résultant de l'immersion des deux corps étant alors très faible, et les conditions étant exactement les mêmes pour les deux corps, le galvanomètre accuse rapidement le maximum, et l'on n'a pas à tenir compte du refroidissement.

Les tubes renfermant les liquides étaient entourés de coton et placés dans des vases de verre. Des deux aiguilles thermo-électriques, l'une restait toujours dans l'un des tubes et l'autre était plongée successivement dans les deux autres tubes où étaient les corps à comparer.

Trois tubes de verre, mastiqués sur un support commun, sont placés au centre de manchons de verre fermés par des couvercles qui supportent des bouchons servant à fermer les tubes intérieurs. Le fond de ces tubes est traversé par un système de trois éléments thermo-électriques pouvant être reliés au galvanomètre. Conservant le tube du milieu pour renfermer l'eau seule, on peut ainsi opérer successivement avec les tubes extrêmes dans chacun desquels on place les corps échauffés. Le galvanomètre de Weber est astatisé par des barreaux extérieurs, de manière à donner une durée d'oscillation de dix-huit secondes. On lit les déviations à l'aide d'une lunette par la méthode de Gauss. Dans ces conditions on peut admettre la proportionnalité rigoureuse des tangentes aux arcs de déviation et aux différences de température.

— M. *A. Crova* fait remarquer les inconvénients qui résultent de l'emploi de l'hygromètre de Regnault et du psychromètre dans un milieu agité où l'air se renouvelle continuellement et ne peut se mettre instantanément en équilibre de température avec la plaque froide de l'instrument, et le point de rosée se trouve souvent abaissé de plusieurs degrés. M. Crova propose d'atténuer ces erreurs au moyen d'un hygromètre qu'il a fait construire et qui est basé sur le principe suivant.

Soit un petit tube en laiton mince nickelé et poli soigneusement à l'intérieur, fermé à ses deux extrémités par deux glaces, l'une dépolie, qui reçoit la lumière du jour ou celle d'une lampe, l'autre par laquelle on regarde l'intérieur du tube au moyen d'une lentille à long foyer; munissons ce tube de deux tubulures placées à ses extrémités opposées: par l'une d'elles, l'air est aspiré au moyen d'un tube en cui-

vre, du point dont on veut déterminer l'état hygrométrique; de l'autre, il se rend dans un aspirateur, de manière qu'un courant d'air assez lent traverse le tube dans le sens de son axe. L'œil placé devant la loupe voit le verre dépoli sous la forme d'un disque lumineux, et la lumière réfléchie sur la paroi intérieure sous l'aspect d'un disque éclatant, de diamètre triple du précédent, et qui lui est concentrique.

Si nous refroidissons le tube en l'entourant d'un manchon en métal rempli de sulfure de carbone traversé par un courant d'air, et dans lequel plonge le réservoir d'un thermomètre, quand la température de l'air qui circule dans le tube arrive à celle de saturation, la rosée se dépose et apparaît obliquement sous la forme de taches d'un brun foncé, d'apparence fuligineuse, qui contrastent vivement avec le fond éclatant du disque dépoli vu directement. Si on laisse la température s'élever lentement, cette couche fuligineuse disparaît lentement, se réduit à de simples marbrures, puis s'évanouit lentement. On peut, par des apparitions et des disparitions alternées, évaluer le point de rosée avec une approximation de 1/10 de degré.

Les indications de cet hygromètre sont absolument indépendantes de l'agitation de l'air et sont exactes, quel que soit l'état hygrométrique. L'observation peut être faite dans une pièce close, en aspirant l'air à l'extérieur par un tube de cuivre qui traverse le mur. La température de l'air est donnée par un thermomètre-fronde.

— M. *F.-M. Raoult* présente un mémoire sur la congélation des solutions aqueuses des matières organiques. L'auteur a employé dans ces recherches l'appareil qui lui a déjà servi pour étudier le point de congélation des mélanges alcooliques (comptes rendus de la séance du 12 avril 1880). La solution étant constamment agitée, on abaisse lentement sa température au-dessous de son point de congélation et on y ajoute une parcelle de ce liquide probablement congelé; la sursaturation cesse et on voit des paillettes de glace qui se multiplient. Alors le thermomètre remonte au point de congélation normal et s'y maintient absolument fixe pendant quelque temps, après quoi il s'abaisse de nouveau. Il y a donc un *minimum* d'abaissement au-dessous de 0 et que M. Raoult prend pour abaissement du point de congélation (en effet il ne varie pas de 1/100 de degré).

On a vu dans le travail précité que pour les dissolutions d'alcool qui ne renferment pas plus de 1 équivalent de matière pour 1 kilogramme d'eau l'abaissement du point de congélation est proportionnel au poids d'alcool dissous dans un poids d'eau constant. Il en est de même pour vingt-neuf corps que M. Raoult a pris aussi différents que possible par leur solubilité, leur fonction chimique, leur constitution et leur poids moléculaire. On peut donc admettre que la loi établie par Blagden pour les sels minéraux est applicable pour les matières organiques.

Les abaissements du point de congélation par gramme de substance dissoute dans 100 grammes d'eau varient dans le rapport de 1 à 20; mais si l'on multiplie l'abaissement correspondant à 1 gramme par le poids moléculaire de la substance, on trouve un produit à peu près constant; ce produit est toujours compris entre 17 et 20. On peut donc dire que les molécules des différentes matières organiques, dissoutes dans la même quantité d'eau, amènent sensiblement le même retard dans son point de congélation.

Cela tend à montrer que, dans la plupart des cas, les molécules des composés organiques sont simplement séparées par l'acte de la dissolution et amenées à un même état, sous lequel elles exercent la même influence sur les propriétés physiques de l'eau.

La détermination du point de congélation des dissolutions de matières organiques acquiert, par ce qui précède, une grande importance pratique. Elle pourra servir à vérifier la pureté des corps, à reconnaître le titre de leurs dissolutions, à suivre les altérations lentes qui s'y produisent. Mais son application la plus importante sera la détermination des poids moléculaires, dans des cas nombreux où la mesure des densités de vapeur est impossible. S'il s'agit d'opter entre plusieurs poids moléculaires multiples les uns des autres, on choisira celui qui, multiplié par l'abaissement dû à 1 gramme de la substance considérée, donne le produit le plus rapproché du chiffre 18,5, ce chiffre représentant l'abaissement moléculaire moyen de congélation des matières organiques. Je ne connais pas encore de substance organique soluble, pour laquelle cette règle conduise à un résultat erroné ou seulement incertain.

— M. *J. Joubert* propose, pour la détermination de l'ohm, une méthode qui, grâce à la rapidité avec laquelle peuvent se succéder les comparaisons des deux forces électromotrices, permet de ne pas se préoccuper des variations de la composante horizontale du magnétisme terrestre; le circuit induit restant constamment ouvert, il n'y a pas à se préoccuper non plus des effets de self-induction; enfin la force électromotrice du circuit induit intervenant seule, on n'a pas à compter avec la résistance de ce circuit ni avec la longueur et le diamètre du fil.

— M. *D. Tommasi,* dans ses recherches sur l'électrolyse, a constaté ce fait singulier, que la force électromotrice d'un même couple variait suivant que son électrode positive était en platine ou en charbon. Tel couple, par exemple, incapable de produire l'électrolyse de l'eau ou d'une dissolution saline, bien que les calories dégagées par le couple fussent supérieures aux calories absorbées par la décomposition de l'électrolyte, si son électrode positive était en platine, devenait apte à produire cette décomposition si son électrode devenait en charbon.

Chimie. — MM. *Berthelot* et *Hosvan* ont entrepris l'étude des sels doubles préparés par fusion et formés par les sels d'un même acide uni aux bases alcalines et alcalino-terreuses. Ils ont étudié ces systèmes doubles peu après leur solidification et lorsque les composés ont atteint un état final déterminé.

Ils ont reconnu que les sels doubles anhydres appartiennent à deux catégories : 1° les unes stables, qui se forment même à froid avec dégagement de chaleur; les autres préparés par fusion ignée vers le rouge subsistent tout d'abord à la température ordinaire, mais se redécomposent ensuite en sels simples. Comme toute combinaison directe, ils sont formés au rouge avec dégagement de chaleur et se décomposent à la température ordinaire, ce qui explique leur instabilité. Cette opposition entre les conditions de formation au rouge et à froid résulte de l'inégalité des chaleurs spécifiques et des chaleurs de fusion; elle impose une grande réserve lorsqu'on veut étendre aux réactions produites à de hautes températures les conclusions tirées des chaleurs de formation mesurées à la température ordinaire : la chaleur de formation doit être évaluée à la température de la réaction.

Un sel double formé avec dégagement de chaleur vers le

rouge et dans l'état fondu pourra se présenter à la température ordinaire comme un composé formé avec absorption de chaleur. On connaît déjà plus d'un exemple de combinaison exothermique, susceptible de devenir endothermique par un abaissement de température. Or une telle combinaison représente, dans la plupart des cas, un système provisoire et mobile, lequel tend de lui-même à reprendre son état d'équilibre le plus stable, sous l'influence du temps et de certaines actions mécaniques. Il en est de même de ces alliages métalliques qui se réchauffent spontanément quelque temps après leur solidification, probablement à cause de la décomposition exothermique de quelque composé formé dans l'état de liquidité.

Mais les sels simples eux-mêmes, récemment fondus et solidifiés, ne prennent pas toujours immédiatement leur état définitif. En les examinant de près, il est facile de reconnaître que les quantités de chaleur ainsi retenues dans les premiers moments sont très petites. Person a trouvé un écart de $+ 0^{cal},09$ pour NaCl.

Reprenant la mesure de ces écarts pour les sels simples, ces auteurs ont trouvé qu'ils étaient tous positifs, ce qui en définit nettement le caractère. La limite de l'erreur est $\pm$ 0,03.

Pour les sels doubles, les écarts sont souvent beaucoup plus considérables, parfois dans la proportion de 1 à 10.

MM. Berthelot et Hosvan présentent ensuite deux tableaux :

1° L'un comprend la chaleur de dissolution des sels simples employés dans leurs essais à toute température voisine de 15°, dans une quantité d'eau voisine de 100 parties pour un poids équivalent;

2° L'autre contient les chaleurs de dissolution dans 20 à 30 parties d'eau, observées avec les mélanges deux à deux des sels précédents dans des rapports équivalents et fondus ensemble.

Ils exposeront ensuite les conséquences qui résultent de ces observations.

— M. *G. André* a obtenu un nouvel oxychlorure de zinc en chauffant ensemble 150 grammes de chlorure de zinc fondu avec 400 grammes d'eau et 40 grammes d'oxyde de zinc; puis dissolvant, à l'ébullition, le précipité dans une solution concentrée de sel ammoniac, il se dépose une poudre blanche qui, séchée, a la composition : 2ZnCl, 5ZnO, 26HO.

Lavée jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus d'ammoniaque, elle offre alors la composition : ZnCl, 4ZnO, 11HO.

Après avoir cherché la chaleur de formation de deux composés déjà décrits, le premier, en chauffant une solution de chlorure de zinc avec de l'oxyde et laissant déposer et desséchant le précipité; le second, en traitant du chlorure de zinc dissous par une quantité insuffisante d'ammoniaque, laissant digérer le précipité dans le liquide et le séchant dans le vide (ces deux composés ont alors à peu près la même formule : ZnCl, 3ZnO, 5HO), M. André arrive à ce résultat que ces oxychlorures hydratés sont formés avec des dégagements de chaleur très peu différents, variables entre 1,4 et + 3,2, c'est-à-dire presque identiques dans les limites d'erreurs des expériences.

— M. *Alb. Colson,* faisant passer sous une pression à peu près constante du sulfure de carbone desséché, dans un tube de porcelaine protégé par un tube en terre, dans lequel il a introduit des nacelles contenant du silicium, a observé, après avoir chauffé à blanc ce tube de porcelaine, que le conduit de porcelaine contenait : 1° un corps jaune, léger et volatil à haute température, auquel il assigne la formule SiS.; 2° un autre corps jaunâtre, souillé par des poussières de silicium, fortement adhérent au tube et semblant résulter de son attaque, auquel on donne la formule SiSO.

Les nacelles contiennent, en outre du silicium non attaqué et du sulfure de silicium, un résidu qui, traité pendant plusieurs heures par l'acide fluorhydrique, donne une poudre verdâtre qui dégage de l'hydrogène sulfuré par l'acide fluorhydrique bouillant et offre toujours la composition constante Si^4C^4S. Ce composé, chauffé dans un courant d'oxygène, dégage difficilement de l'acide sulfureux et se transforme en $Si^4C^4O^2$.

Un courant d'acide carbonique transforme aussi Si^4C^4S en $Si^4C^4O^2$, en dégageant de l'oxyde de carbone.

Donc, à une haute température, 1 atmosphère de soufre peut prendre, dans les composés les plus différents, la place de 2 atmosphères d'oxygène et inversement, puisque SiS et Si^4C^4S, en brûlant, donnent SiO^2 et $Si^4C^4O^2$. En un mot, à haute température le soufre est tétratomique.

— M. *P.-T. Clève* soupçonne l'existence d'un nouveau métal qui accompagnerait fréquemment le didyme et auquel, pour ne pas surcharger la nomenclature, il propose provisoirement le symbole Di β, caractérisé par la raie forte $l = 4333,5$. Il se fonde sur les examens spectroscopiques de M. Thalen et sur les variations du poids atomique (144 à 147) de divers échantillons de didyme ne contenant ni du lanthane ni de l'yttria, et surtout de ce que, après avoir soumis à la précipitation fractionnée 200 grammes d'oxyde de didyme extrait de la gadolinite, le poids atomique de la fraction qui se précipitait la première était 146 et la dernière 142.

— M. *P. Cazeneuve* a obtenu, par l'action du chlore sur une solution de camphre dans l'alcool absolu, un camphre monochloré distinct du camphre monochloré de Wheeler en ce qu'il fond à 83°-84°, qu'il cristallise en magnifiques aiguilles prismatiques, qu'il distille sans décomposition sensible, qu'il résiste au nitrate d'argent alcoolique, à l'ébullition et à l'action de la potasse alcoolique à la température de 80°.

La stabilité de ce camphre monochloré le rapprocherait du camphre monobromé produit de bromuration directe. Une étude chimique plus approfondie achèvera d'établir ce parallélisme.

D'autre part, la recherche comparée des dédoublements de notre camphre monochloré et de celui de Wheeler permettra, nous l'espérons, de jeter un nouveau jour sur la constitution du camphre. Il est probable que, dans notre corps, le chlore est fixé dans la chaîne centrale dans le noyau aromatique; de là, une certaine stabilité. La position du chlore dans les chaînes latérales pour le corps de Wheeler expliquerait la facile substitution de l'oxhydryle à Cl et la formation de l'oxycamphre $C^{10}H^{16}O^2$.

— M. *A. Béchamp,* après avoir rappelé son étude *sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* brouillés dans la coquille par de vigoureuses secousses (1866); son étude sur la fermentation du foie frais (1830), le travail de M. G. Béchamp sur la fermentation, à l'abri des germes de l'air, de la viande de cheval, et enfin la note du 10 mai de MM. Gautier et Étard, fait remarquer qu'il y a dans cet ensemble de faits plusieurs conclusions à tirer : 1° c'est d'abord que la viande, le foie, les œufs brouillés fermentent sans le concours d'aucune cause extérieure; 2° puisque le seul élément histologique non transitoire de l'organisme

persistant après la mort et évoluant en bactérie sont les microzymas, il est naturel de les considérer comme les ferments organisés producteurs de l'alcool, de l'acide acétique, etc., dans l'urine, le lait, le foie, le cerveau, les muscles, etc.; 3° que la matière qui disparaît la première dans un organe après la mort, c'est la glucose, et que les produits qui se forment sont ceux de la fermentation alcoolique, acétique, lactique et butyrique; 4° que la cause de la décomposition de la matière d'un organisme est dans cet organisme et agit même dans d'autres conditions pendant la vie; 5° que les microzymas, avant et après leur évolution bactérienne, attaquent les matières glycogènes avant les substances albuminoïdes et gélatinigènes; 6° que ce n'est que grâce à l'oxygène et à des décompositions successives que la matière organique est détruite en CO^2, H^2O, et Az, et qu'enfin les microzymas sont dans les organismes les agents chimiquement et physiologiquement actifs des transformations qui s'y accomplissent pendant la vie et après la mort.

— MM. *P. Cazeneuve* et *G. Daremberg* appellent l'attention de l'Académie sur l'action de l'eau oxygénée sur plusieurs substances animales.

Histoire naturelle. — M. *Lichtenstein*, cherchant à retrouver les fléaux de la vigne signalés par les auteurs anciens, afin de comparer leur action actuelle sur nos vignobles à celle qu'ils pouvaient exercer autrefois, avait déjà fait remarquer que le phylloxera est bien certainement d'origine récente et venu du nouveau monde alors que Strabon connaissait la cochenille blanche farineuse (*Dactylopius vitis*) et que Réaumur avait décrit le gallinsecte de la vigne (*Pulvinaria vitis*).

Mais le vrai puceron de la vigne, l'*Aphis vitis*, dont Scalopi (1763) citait les ravages en Carniole, auquel Fabricius (1775) avait mis la mention : *habitat in vite vinifera*, semblait avoir disparu Kaltenbach n'avait pu le retrouver; le professeur Passerini, de Palerme, dit ne l'avoir jamais vu. M. Lichtenstein le cherchait aussi depuis dix ans et vient de le trouver près de Montpellier sur une très belle pousse de Jacquez, cépage américain très vigoureux. Son attention avait été d'abord attirée par des fourmis, et son examen se porta ensuite sur les vrilles garnies de petits pucerons vert foncé, à queue et nectaires noirs, et presque d'égale longueur. C'était l'insecte de Scalopi, que M. Lichtenstein va étudier au point de vue biologique et au point de vue de sa nocuité.

Anatomie générale. — M. *Ranvier*, ayant repris dernièrement l'étude de la névroglie, fait part à l'Académie de ses recherches et de la technique employée conclut de la façon suivante. Pour saisir la signification morphologique des cellules et des fibres de la névroglie, il faut les comparer aux cellules de soutènement des organes des sens, celle de la rétine par exemple. Les cellules de soutènement de la rétine, *fibres de Müller*, possèdent, comme on le sait, une partie fibreuse qui traverse la membrane suivant une direction perpendiculaire à sa surface, et une masse de protoplasma latérale, dans laquelle un noyau est compris. Ces cellules ont eu à l'origine une constitution homogène. Il s'y est donc produit une différenciation, en vertu de laquelle une partie de leur protoplasma s'est transformée en fibre. C'est là un point important, car les cellules de la névroglie et les fibres qui sont en rapport avec elles sont évidemment les équivalents des cellules de soutènement de la rétine.

Seulement, tandis que chacune de ces dernières cellules donne naissance à une seule fibre, les cellules de la névroglie en produisent plusieurs. Cette différence n'est pas fondamentale, ainsi qu'il ressortira d'une communication que je me propose de faire prochainement sur les cellules de soutènement de l'organe de Corti.

Les cellules arrondies et polyédriques de la névroglie peuvent être considérées comme des cellules du névro-épithélium primitif non différenciées, et, à ce point de vue, elles sont les équivalents des cellules de la rétine que j'ai désignées sous le nom de *cellules basales*. Chez un embryon de bœuf de 0m,14, toutes les cellules de la névroglie se montraient sous ces formes. Chez des embryons plus âgés, j'ai examiné des embryons de bœuf de 0m,75 et de 0m,95 : un grand nombre de cellules de la névroglie étaient étoilées et présentaient de longs prolongements; mais ces prolongements n'étaient pas encore des fibres véritables : ils avaient la constitution du protoplasma de la cellule et se fondaient avec lui. Enfin, chose singulière, les cellules de la névroglie du cerveau de l'adulte paraissent ne pas dépasser ce stade du développement.

Pathologie expérimentale. — M. *S. Danillo*, après avoir fait remarquer que certains auteurs (Todd, Carpenter, etc.) placent dans les couches optiques le siège du *sensorium commune* et (Luys, Ball, Ritti, Poincavé, Fournié, etc.) le point de départ des hallucinations, tandis que d'autres (Flourens, Vulpian, Wundt, Bolinski, Mierzejewski, Charcot, Ferrier, Tamburini, Hitzig, Exner, etc.) envisagent la région corticale proprement dite comme le seul substratum anatomique de tous les phénomènes sensoriels et psychiques, donne le résultat d'expériences faites en vue de rechercher la localisation anatomique des symptômes du délire toxique.

Pour arriver à ce résultat, M. Danillo a détruit tantôt une portion corticale, tantôt leurs couches optiques chez des chiens chez lesquels il provoquait le délire par une injection d'essence d'absinthe.

Après l'abrasion de la région psycho-motrice, le délire apparaît, de même qu'après l'abrasion de la région occipitale seulement. Mais alors il semble que les mouvements de défense, les tentatives pour mordre, etc., sont moins prononcées que chez un animal non opéré.

Après l'abrasion totale de la région corticale (quatre expériences réussies), l'injection de l'essence d'absinthe a toujours donné une attaque d'épilepsie très nette, mais jamais de delire. Les animaux survivaient à ces expériences de deux à trois heures.

Les résultats de la première série de recherches indiquent donc que l'intégrité des couches optiques n'est pas nécessaire pour la production des phénomènes du délire toxique chez le chien.

Ceux de la seconde série démontrent, semble-t-il au contraire, que la région corticale, dans toute son étendue (psycho-motrice et psycho-sensitive), doit être exclusivement en cause dans la production du délire, dans les conditions dont il s'agit.

Ce fait, au reste, ne contredit pas les données générales de la physiologie expérimentale et de la pathologie humaine, sur les fonctions de la région corticale du cerveau, données émises par divers auteurs anciens et confirmées par de nombreuses recherches ultérieures.

En outre, les résultats des recherches de l'auteur sur la ré-

gion corticale paraissent indiquer que la localisation corticale étroitement circonscrite des fonctions sensitives chez les animaux ne doit pas encore être envisagée actuellement comme un fait parfaitement incontestable. Il y aurait ainsi peut-être une certaine analogie à établir entre les résultats obtenus et les données auxquelles ont conduit les dernières recherches sur les localisations corticales motrices chez l'homme (Exner).

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris. — Le mardi 13 juin, à deux heures, dans la salle des examens, M. Parmentier a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : sur les silicomolybdates.

— Aujourd'hui 17 juin, à quatre heures, dans la salle des examens, M. Chappuis soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : étude spectroscopique sur l'ozone.

— Association britannique pour l'avancement des sciences. — Le 52e congrès (1882) commencera le mercredi 23 août, dans la ville de Southampton.

Président : C.-W. Siemens,

Vice-présidents : lord Mount-Temple, sir Evans, Abel, de Chaumont, Col. Cooke, Portal, Prestwich, Sclater.

— Exposition internationale d'électricité de Vienne. — Cette exposition qui devait avoir lieu au mois de septembre de cette année ne sera ouverte qu'au mois d'août 1883.

Le gérant : Félix Alcan.

SEMAINE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

Les valeurs turques et égyptiennes, contrairement à ce que l'on pouvait attendre, ont assez bien soutenu le choc des nouvelles fâcheuses transmises quotidiennement du Caire et de Constantinople. Il est cependant certain que le contrôle européen sur les finances égyptiennes, qui donnait de bons résultats depuis quelques années, est actuellement en danger. On sait que le revenu des impôts, au 1er juillet, sera diminué de moitié de par le bon plaisir d'Arabi pacha. Si on renonce à une intervention des puissances occidentales, les intérêts financiers des Européens en Egypte sont gravement compromis. Il faut croire que les porteurs de titres ont confiance dans les résultats de la conférence européenne.

Le monopole des agents de change et les marchés à terme sont les deux importantes questions à l'ordre du jour, et le parlement sera très prochainement appelé à conclure sur les rapports spéciaux de MM. Naquet et Ménard-Dorian.

De son côté, le ministre de la justice a présenté cette semaine au président de la République, qui l'a revêtu de son approbation, un projet de loi relatif à la reconnaissance du marché à terme. C'est une question délicate. Les débats auxquels elle ne peut manquer de donner lieu dans les deux Chambres seront intéressants au plus haut point.

La commission extra-parlementaire de la réforme de la loi de 1867, relative aux Sociétés commerciales, a discuté hier la question de savoir si les Sociétés peuvent acheter leurs propres actions et faire sur elles des prêts ou des avances. Elle a adopté les dispositions suivantes :

Il est interdit aux Sociétés d'acheter leurs propres actions, sauf dans les deux cas suivants :

1° Lorsque le rachat se fait avec des bénéfices ou réserves hors la revision des statuts sur des actions libérées avec l'autorisation de l'assemblée générale, cette autorisation ne sera pas nécessaire si l'opération a été prévue par les statuts ;

2° Lorsque le rachat se fera avec une partie du capital social, pourvu que toutes les conditions et formalités prescrites pour la réduction de ce capital aient été remplies.

Le tableau suivant nous donne, année par année, depuis 1870, le mouvement de la navigation dans l'isthme de Suez ; rien de plus instructif que ce simple relevé de chiffres :

	Navires.	Tonnes.	Recettes.
1870	486	435 911	5 159 327 fr.
1871	765	761 467	8 993 732
1872	1 082	1 439 169	16 407 591
1873	1 173	2 085 072	22 897 319
1874	1 264	2 423 672	24 859 383
1875	1 494	2 940 708	28 886 302
1876	1 457	3 072 107	29 974 998
1877	1 663	3 418 949	32 774 344
1878	1 593	3 291 535	31 098 229
1879	1 477	3 236 942	29 686 060
1880	2 026	4 344 519	39 840 487
1881	2 727	5 794 401	51 274 352

On se préoccupe, dans les Sociétés savantes, du percement de l'isthme de Malacca et du voyage entrepris à ce propos dans l'extrême Orient par un géographe, M. Deloncle. La question est toute française. Les navires qui viennent de l'Europe et de la mer des Indes pour joindre l'extrême Orient rencontrent sur leur passage la presqu'île de Malacca, étroite bande de terre d'une longueur de 1100 kilomètres et dont la largeur, sur un point de la partie nord, est de 45 kilomètres seulement. La presqu'île, en barrant le passage entre la mer des Indes et le golfe de Siam, retarde la traversée de trois ou quatre jours.

On estime que le transit des navires français, anglais, américains, arrive à plus de 600000 tonnes. Un droit de passage de 5 francs par tonne, droit inférieur à l'économie réalisée par les navires qui traverseraient le canal pour éviter le détour, donnerait une recette de 3 millions; le canal coûterait 100 millions, mais il y aurait lieu de compter sur une augmentation pour l'avenir.

Lacroix.

AVIS

RENOUVELLEMENT D'ABONNEMENT DU 1er JUILLET.

Les abonnés dont l'époque de renouvellement échoit à la fin de juin et qui désirent à cette occasion changer les conditions de leur souscription et profiter des avantages que leur présente, sur l'abonnement d'un an, s'ils ne sont abonnés qu'au semestre, soit la souscription aux deux Revues *Scientifique* et *Politique et Littéraire*, sont priés d'en avertir immédiatement MM. Germer Baillière et Cie.

Tous les bureaux de poste de France et de l'étranger étant autorisés à recevoir les abonnements, l'administration des Revues prend à sa charge la remise perçue par l'administration des postes. Nos abonnés des départements n'ont donc qu'à verser, au bureau de poste de leur résidence, le montant de leur abonnement, tel qu'il est annoncé sur la couverture.

Les abonnés qui, d'ici au 30 juin, n'auront fait parvenir aucun avis au bureau de la *Revue*, seront considérés comme désirant continuer leur abonnement dans les mêmes conditions. En conséquence, ils recevront par l'entremise des porteurs, soit à Paris, soit dans les départements, une quittance analogue à celle qui leur a été déjà remise lors de leur première souscription.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [1070]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

3e SÉRIE — 2e ANNÉE (PREMIER SEMESTRE). NUMÉRO 25 27 JUIN 1882

Paris, le 23 juin 1882.

Une douloureuse nouvelle est parvenue, il y a quelques jours, à Paris. La mort du docteur Crevaux est malheureusement un fait avéré. Nous ne possédons aucun détail sur les circonstances qui ont accompagné la mort de ce courageux missionnaire de la science. Nous savons seulement qu'il a été, avec ses compagnons, massacré par les Indiens.

Ce désastre est fait, non seulement pour affliger, mais encore pour surprendre. Tous ceux, en effet, qui connaissaient la vaillance et l'énergie de Crevaux avaient pleine confiance dans le succès de son entreprise. Nous pensions que cet explorateur hardi réussirait dans sa nouvelle mission, comme il avait réussi déjà au delà de toute attente dans les entreprises précédentes.

Il s'était embarqué le 20 novembre pour Buenos-Ayres. Il avait l'intention de remonter le Paraguay et d'arriver ainsi jusqu'aux limites du bassin de ce fleuve, pour atteindre le bassin de l'Amazone. Là, il aurait descendu le Tapayos, un des principaux affluents du grand fleuve brésilien, et, dans cette longue pérégrination, traversant des pays inconnus, Crevaux aurait fait sans doute d'aussi importantes découvertes pour la science et pour l'humanité que celles qu'il avait déjà réalisées. Quelques sauvages ont mis à néant toutes ces espérances. Une horde de cannibales a exterminé ce petit groupe de Français généreux.

Ce qu'aurait été le voyage d'exploration de 1882, le voyage de 1879 le fait prévoir. Avec un compagnon fidèle, presque sans argent, sans munitions, Crevaux avait franchi une étendue tout à fait inexplorée avant lui.

« J'ai, dit-il dans la modeste et sobre narration de son voyage (1), exploré dans mes deux voyages et relevé à la boussole six cours d'eau, deux fleuves de la Guyane ; le Maroni et l'Oyapoc, et quatre affluents de l'Amazone : le Yari, le Parou, l'Issa et le Yapoura. Si le Maroni, l'Oyapoc et l'Issa étaient un peu connus, je puis dire que le Parou et le Yari étaient absolument vierges de toute exploration. Quant au Yapoura, qui mesure cinq cents lieues, il était inconnu dans les quatre cinquièmes de son parcours. »

Il est désolant pour l'humanité que ce ne soient pas les fièvres et les poisons telluriques qui aient fait mourir ce courageux voyageur, mais bien l'ignorance et la barbarie des hommes.

D'ailleurs, dès le début de ce second voyage, Crevaux avait déjà éprouvé les effets de la sottise humaine. On l'avait mis en prison, lui et ses compagnons. Cet acte inique n'avait pas été accompli, comme on pourrait le croire, par des sauvages, mais par un magistrat néo-espagnol,, par le représentant d'un gouvernement civilisé (?).

Tout est douloureux dans ce triste événement. C'est par un journal étranger que la nouvelle est arrivée au *Figaro*. Ni au ministère des affaires étrangères, ni au ministère de l'instruction publique, on n'avait connaissance du désastre de la mission Crevaux. C'est en lisant le journal le matin que les ministres ont été informés de ce fait, en même temps que le public. Il semble que, ni à Rio, ni à Buenos-Ayres, ni dans l'Amérique du Sud tout entière, nous n'ayons un seul consul, puisque pas un de ces employés n'a jugé utile d'en avertir notre gouvernement. Cette insouciance de la vie d'un de nos compatriotes, et d'un de ceux qui peuvent compter parmi les meilleurs, est pénible à constater. Il faut le faire cependant, car il y a dans l'organisation de nos consulats tant d'insuffisance qu'il importe d'y apporter un prompt remède.

(1) *Bulletin de la Société de géographie*, mai 1880, p. 385.

HISTOIRE DES SCIENCES

UNIVERSITÉ DE LEIPZIG

COURS DE M. ERB

L'histoire de l'électrothérapie.

Introduction. — Coup d'œil sur l'histoire de l'électrothérapie. Époque ancienne. Machine électrique. Électricité de tension. — Découverte de Galvani; courants électriques. — Première période : Emploi thérapeutique du galvanisme au commencement du siecle.— Courants induits. Deuxième période : Faradisation. Duchenne de Boulogne. Froriep. — Troisième période : Réintroduction du courant galvanique en médecine par Remak. Brenner.— L'électrothérapie moderne, son but, ses progrès, son développement. — L'électrothérapie en France, en Angleterre, en Amérique, en Italie.

L'immense extension que la médecine a prise de nos jours nous a peu à peu contraints à la division du travail. La spécialisation des diverses branches médicales est devenue absolument indispensable, car l'esprit le plus puissant ne peut embrasser notre domaine, en pénétrer toutes les parties et encore moins les posséder à fond. C'est ainsi que se sont constitués des territoires distincts au point de vue théorique et pratique, comme la pathologie interne, la chirurgie et les accouchements, dont la séparation est effectuée depuis longtemps, et la gynécologie, l'ophtalmologie, l'otologie, la dermatologie, la pathologie nerveuse dont la séparation s'effectue en ce moment sous nos yeux.

Cette spécialisation s'est même étendue jusqu'à la thérapeutique. L'emploi de certains agents qui réclament des études et une habileté particulières, des appareils compliqués spéciaux, un exercice quoditien et une connaissance minutieuse des détails a constitué à son tour des spécialités, au grand avantage de la science et des malades; le seul inconvénient qui pourrait en résulter serait pour le médecin adonné à des occupations trop exclusives.

Ces spécialités thérapeutiques sont l'hydrothérapie, l'orthopédie, le massage et la gymnastique, la balnéothérapie, l'aérothérapie et, en première ligne, l'électrothérapie, c'est-à-dire le traitement des maladies par les courants électriques. Elle joue un rôle si important dans la pathologie et la thérapeutique modernes, elle est étudiée de tant de côtés et à tant de points de vue dans ses effets sur l'organisme animal, elle constitue dans des cas nombreux et variés un agent curatif si puissant et si souvent indispensable, que c'est réellement un devoir pour tout médecin d'en étudier l'action, puisque la connaissance et la guérison des maladies doivent être le but suprême de ses efforts.

Vous savez quel immense essor a pris la pathologie nerveuse depuis quelques dizaines d'années; je n'ai pas à en étudier ici les causes : je me contenterai de dire que l'électrothérapie a été intimement liée à ses progrès. C'est en effet aux travaux des électrothérapeutes qu'ils sont dus pour une grande part, et, par contre, l'extension du domaine de la pathologie nerveuse, jointe à son étude plus approfondie, a eu le contrecoup le plus favorable sur l'électrothérapie.

L'emploi de l'électricité comme moyen d'exploration des parties excitables de l'organisme, emploi basé sur les grandes lois de la physiologie, constitue un procédé de diagnostic puissant et souvent indispensable pour certaines catégories de maladies du système nerveux; il nous fournit, dans beaucoup de cas, un moyen de poser le pronostic avec une exactitude inconnue jusqu'ici, et le nombre des maladies nerveuses qui, dans la société moderne, semble s'accroître de jour en jour, nous pousse à donner une extension de plus en plus grande à un moyen thérapeutique qui s'est acquis depuis longtemps une place prépondérante, et dont l'action sûre, énergique et multiple ne la cède à aucun autre médicament connu.

Connaître l'électricité et son influence sur le corps sain et malade est aujourd'hui une nécessité pour tout névropathologiste et constitue pour lui une étude de première importance. Et quel médecin n'est pas aujourd'hui névropathologiste? Est-ce que les « névroses » ne jouent pas un [illegible] prédominant dans la pratique journalière? Il est donc [illegible] chacun de connaître cette branche de la thérapeutique, [illegible] sans exiger que tout médecin possède à fond les moyens de pratiquer dans tous les cas l'exploration et le traitement électriques — ce qui serait un fardeau bien lourd pour des épaules déjà si chargées — il est juste de lui demander des notions générales suffisantes pour poser les indications principales du traitement électrique dans les cas les plus importants.

Permettez-moi d'abord de jeter un coup d'œil sur le développement de l'électrothérapie depuis les temps anciens jusqu'à nos jours.

De l'antiquité, il nous est parvenu peu de chose; tant qu'on n'a pu produire de l'électricité en quantité suffisante, il ne pouvait être question de l'appliquer aux usages médicaux. Cependant nous savons que les sources naturelles d'électricité étaient alors appliquées au traitement des maladies; ainsi on plongeait des individus atteints de goutte, de paralysie, etc., dans des eaux habitées par des torpilles, dont les décharges électriques devaient procurer la guérison, suivant d'anciens médecins romains.

Mais même après l'invention de la machine électrique, qui cependant facilita et étendit beaucoup l'emploi de l'électricité, nous ne constatons pas de grands progrès. Au siècle dernier, ce sont principalement de Haën, Kratzenstein, Krüger, en Allemagne, Jallabert, Sigaud de la Fond, Bertholon et Mauduyt en France, qui employèrent la machine électrique dans un but thérapeutique. Ce dernier publia en 1773 et 1778 des comptes rendus très favorables sur ses tentatives.

Mais ce n'est que par la grande découverte de Galvani, en 1786 (1791), que l'électrothérapie subit une impulsion vive et durable : avec elle commence une ère nouvelle. Ajoutons que c'est l'invention de la pile de Volta (en 1800), qui donna à la découverte de Galvani toute sa valeur et en permit l'application pratique.

Déjà, un peu auparavant, A. de Humboldt avait publié son livre célèbre : *De l'excitation des fibres musculaires et nerveuses* (1797), et ouvert ainsi à l'étude physiologique des courants le domaine exploré ensuite avec tant de succès.

Les médecins les plus célèbres de cette époque, Hufeland,

Reil, Sömmering, Pfaff, etc., s'appliquèrent à l'étude de la force merveilleuse récemment découverte, et bientôt parurent sur l'emploi thérapeutique du galvanisme, quelques ouvrages de médecins allemands (Grapengiesser, Augustin, Loder et Bischoff, Jacobi, Ph. Fr. Walther, etc.), où il était vanté contre un grand nombre de maladies nerveuses et autres, asphyxies, paralysies, faiblesse nerveuse, amaurose et cataracte, surdité, aphonie, rhumatisme chronique, douleurs dentaires, etc. En France et en Italie également, on fit à cette époque des essais de toute sorte avec le galvanisme.

Cependant l'électrothérapie ne prit pas un grand développement; elle tomba bientôt dans l'oubli. La cause en était principalement au prix élevé et à l'entretien difficile des appareils, à la connaissance insuffisante de la plupart des états pathologiques, et à cette circonstance que de nombreux charlatans s'emparèrent de l'électricité qui, d'ailleurs, généralement confondue avec le mesmérisme et le magnétisme animal, perdit beaucoup de son crédit.

En 1823, Most essaya encore de sauver le galvanisme et de le réintroduire dans la thérapeutique, mais sans succès.

Peu de temps après, grâce à la découverte des phénomènes électro-magnétiques par Ærsted (1820), et des phénomènes d'induction par Faraday (1831), commence pour l'électrothérapie une nouvelle période : la période des courants induits, de la faradisation.

C'est alors que furent construits les premiers appareils qui donnaient des courants d'induction électromagnétiques et électrovoltaïques. Ces appareils engendraient avec facilité et à tout moment des courants intenses et physiologiquement très actifs ; ils ne nécessitaient pas des soins longs et incessants, et grâce à des perfectionnements ingénieux (interrupteurs automatiques, etc.), ils devinrent d'un maniement très commode pour l'usage médical. Comme ils exerçaient une action physiologique très marquée, comme les faits pathologiques n'avaient pas encore ébranlé l'opinion régnante, d'après laquelle tous les courants électriques seraient au fond identiques dans leur action, sauf tout au plus des différences de degré, les médecins choisirent naturellement les appareils qui fournissaient ces courants de la façon la plus simple et la plus commode. Les appareils d'induction et les appareils à rotation devinrent donc d'un emploi général, et par eux, l'électrothérapie reprit un nouvel essor.

Il est un nom surtout auquel cet essor est intimement lié, et devant lequel pâlissent ceux de Marshall Hall et Golding Bird en Angleterre, de Froriep en Allemagne, qui cependant s'occupa beaucoup des applications de la machine à rotation magnéto-électrique : c'est celui de Duchenne de Boulogne, en France, lequel, à l'aide de l'appareil d'induction électrovoltaïque, commença ses célèbres recherches dont les résultats furent si considérables.

C'est à cet homme éminent que sont dus les plus grands progrès réalisés pendant cette période. Duchenne est le véritable fondateur de toute la nouvelle électrothérapie, bien que ses découvertes capitales ne concernent pas l'électrothérapie proprement dite. Ce qui rendra son nom impérissable, ce sont d'abord ses recherches électro-physiologiques, et surtout ses travaux dans le domaine de la pathologie nerveuse. Duchenne était un observateur d'une sagacité extraordinaire, qui mettait dans ses recherches un soin et une conscience extrêmes, et dont les descriptions pathologiques n'ont jamais été surpassées. (Voyez principalement sa description de l'ataxie locomotrice, de la paralysie bulbaire, de l'atrophie musculaire progressive, de la paralysie spinale de l'enfance, des paralysies partielles des muscles et des groupes musculaires, etc.)

Dans ses recherches, il employait principalement le courant faradique ; plus tard, il donna même à son procédé le nom de faradisation. Il partait de ce principe que, par des méthodes d'application appropriées, on pouvait « localiser » ce courant dans diverses parties situées sous la peau, et jusqu'à une certaine profondeur ; ce principe servit de base à sa méthode de « faradisation localisée », avec laquelle il pratiquait principalement l'exploration des muscles à l'état normal et pathologique. La conséquence thérapeutique de ses vues et de sa méthode était qu'on devait localiser le courant faradique dans les différents points malades, pour obtenir un résultat thérapeutique, comme pour produire des actions physiologiques déterminées.

Dès 1847, il publiait différents mémoires comprenant l'exposition de sa méthode (qu'il désigna d'abord sous le nom de « galvanisation localisée »), puis des recherches physiologiques sur les fonctions des différents muscles, qui peu à peu s'accrurent et formèrent un traité complet de la physiologie des mouvements (1857). Il y donne des renseignements très exacts sur les fonctions de tous les muscles accessibles par sa méthode et en déduit une masse de conséquences pratiques pour la pathologie.

Puis vient une abondante moisson de recherches électro-diagnostiques, principalement sur les paralysies périphériques d'origine traumatique, la paralysie spinale de l'enfance, l'atrophie musculaire progressive, les paralysies musculaires partielles, etc.— Tous ces travaux, auxquels furent joints les résultats thérapeutiques obtenus, prirent place dans l'ouvrage capital de Duchenne : *De l'électrisation localisée*, etc., dont la première édition parut en 1855.

Ses recherches et ses succès thérapeutiques s'étendirent aussi, d'abord à ces formes de paralysie déjà mentionnées, aux paralysies faciales, puis aux névralgies et aux anesthésies, à la surdi-mutité, etc. Par contre, Duchenne avoua sincèrement que le courant faradique dans les maladies du système nerveux central ne donnait aucun résultat appréciable.

Malgré beaucoup d'erreurs de physique et maintes illusions thérapeutiques, les travaux de Duchenne obtinrent un immense succès auprès des médecins, non seulement en France, mais encore tout particulièrement en Allemagne. Erdmann donna une traduction de son ouvrage ; M. Meyer, Baierlacher, Althaus, Schulz, etc., en reçurent une impulsion féconde qui détermina l'apparition rapide de leurs excellents travaux.

La méthode de Duchenne, tout empirique qu'elle était au fond, fut généralement acceptée, et par sa simplicité et sa fa-

cilité d'application elle rencontra partout des adhérents. Duchenne avait trouvé que la faradisation directe — en opposition avec l'indirecte, par les troncs nerveux — était le procédé le plus simple pour exciter un muscle par un ou plusieurs points de sa surface, et l'amener à se contracter en bloc; ces points étaient ce qu'il appelait les points d'élection.

R. Remak démontra que ces points n'étaient autre chose que le lieu d'entrée des nerfs moteurs, et qu'il est ordinairement bien préférable d'exciter les muscles par leurs nerfs moteurs que directement. Là-dessus, il s'éleva entre eux une discussion interminable, mais qui eut le mérite de jeter beaucoup de lumière sur la question et de poser les principes de la « faradisation localisée ». Ziemssen reprit l'idée de Remak et rechercha très minutieusement ces « points moteurs » sur le vivant comme sur le cadavre ; il constata particulièrement que c'était toujours les points où le filet nerveux moteur correspondant, soit en dehors, soit en dedans de son muscle, est assez voisin de la surface cutanée pour être atteint par le courant faradique. Les résultats de ces recherches furent consignés dans un excellent livre dont les éditions ultérieures contribuèrent également pour une large part aux progrès de l'électrothérapie.

Ainsi la méthode de Duchenne, grâce au zèle et aux travaux de nombreux savants, devint bientôt le patrimoine de tous, et partout on traita principalement les affections musculaires et les paralysies, et aussi une partie des névralgies et des crampes, par le courant faradique.

C'est vers cette époque, 1850, que commençaient à paraître ces travaux grandioses de physiologie sur l'électricité animale dans les nerfs et les muscles vivants, et leur réaction au courant galvanique. Les noms de du Bois-Reymond, Eckhard, Pflüger, suffisent pour rappeler ces importantes découvertes du courant nerveux et musculaire, la théorie de l'électrotonus, la loi des contractions motrices, etc.

Par une découverte d'Eckhard qui prouvait que le courant galvanique exerce une action paralysante sur les nerfs et les muscles, R. Remak, en décembre 1855, fut conduit à l'appliquer aux nerfs et aux muscles de l'homme vivant; ce fut le signal d'un grand nombre d'essais physiologiques préliminaires, à la suite desquels, le 22 juin 1856, on fit la première tentative thérapeutique pour faire disparaître une contracture; le résultat fut surprenant et se renouvela bientôt dans d'autres tentatives analogues ou différentes. Le courant galvanique était ainsi introduit de nouveau dans la thérapeutique; c'est le début de la période moderne de l'électrothérapie dans laquelle nous nous trouvons encore aujourd'hui.

Remak eut l'immense mérite de poursuivre ces recherches avec une énergie infatigable et une merveilleuse sagacité, sur un nombre incalculable de malades, et de fournir ainsi, pour la première fois, à l'emploi du courant galvanique un point d'appui inébranlable. En 1858, il donna une première exposition d'ensemble de ses recherches sous le titre de « galvanothérapie des affections musculaires et nerveuses ». Outre un historique détaillé et des recherches physiologiques, pathologiques et thérapeutiques considérables, l'ouvrage contient surtout une étude approfondie de ce qu'on appelle action « catalytique » du courant sur les processus inflammatoires et autres, action qu'il pensait devoir être l'objet des applications les plus étendues; l'action « antiparalytique » et « antispastique » du courant s'y trouve aussi étudiée de plus près à ce point de vue.

Ce livre qui nous donne les résultats d'observations nombreuses et pénibles, qui contient une masse de faits intéressants, qui ouvre au courant galvanique un cercle d'action presque indéfini, fut accueilli par le public médical avec une méfiance incompréhensible; le renom qu'avait acquis Remak par des travaux importants dans d'autres branches de la médecine ne le protégea pas contre cet accueil immérité fait à ses recherches en électrothérapie. Il est certain que l'enthousiasme un peu exagéré auquel il s'était laissé entraîner par ses brillants succès, l'invraisemblance apparente d'une bonne partie des résultats annoncés, la hardiesse de ses tentatives d'explication physiologique et de ses hypothèses diagnostiques et thérapeutiques, contribuèrent à diminuer son crédit et à nuire à la cause qu'il défendait.

Malheureusement, après cet ouvrage, Remak ne donna aucune nouvelle publication importante, bien qu'il se fût consacré définitivement à l'électrothérapie avec le plus grand zèle ; il ne publia plus que quelques courtes notes, de petites leçons, etc. En 1864, il fit à Paris des conférences qui parurent en français ; elles renfermaient les points principaux de sa doctrine, mais sous une forme très abrégée et par trop incomplète ; cependant elles renfermaient *déjà* en germe mainte théorie nouvelle et maint fait important. En 1865, Remak était enlevé prématurément à la science. Il ne lui fut pas donné de voir ses travaux et ses efforts dans cette branche de la médecine complètement appréciés comme ils le méritaient, bien que, dans les dernières années de sa vie, une partie de ses affirmations aient été reconnues vraies par d'autres observateurs, et que les préventions qui lui avaient fait si longtemps obstacle aient peu à peu disparu.

Mais il avait fallu un temps assez long pour en arriver là. Ce ne fut d'abord que quelques électrothérapeutes de profession qui suivirent les travaux de Remak avec intérêt, sinon sans méfiance, les contrôlèrent et en donnèrent des comptes rendus. (Baierlacher, Meyer, Erdmann, Schulz.) Ensuite c'est surtout Benedikt de Vienne qui étudia plus complètement les applications du courant galvanique en s'appuyant sans restriction sur la théorie de Remak; ses premiers travaux parurent en 1861-62. Plus tard (1868), il réunit l'ensemble de ses travaux dans un volumineux ouvrage intitulé *Électrothérapie,* mais qui contient beaucoup d'études de pathologie nerveuse pure. Par l'énorme quantité de faits intéressants, les théories ingénieuses et les hypothèses hardies qu'il renferme, la masse d'aperçus nouveaux qu'il ouvre, ce livre a exercé une influence considérable ; mais, par ses erreurs et ses contradictions, par ses diagnostics souvent plus que hardis, ses observations très incomplètes, par ses conclusions souvent très risquées et ses affirmations insuffisamment étayées, il a en même temps fait du mal et il

a provoqué des critiques très sévères, mais non imméritées, de la part de Brenner. Cependant on ne peut lui refuser une certaine importance dans le développement de l'électrothérapie.

Environ vers la même époque, mais d'une façon indépendante et tout à fait originale, un médecin de Saint-Pétersbourg, Brenner, s'occupait du courant galvanique et de ses applications thérapeutiques et publiait sur ce sujet une série de travaux qui se distinguent par l'exactitude et la sincérité de l'observation, par la netteté des conclusions et l'importance de leurs applications pratiques. En 1862, Brenner fit paraître un mémoire qui fondait la méthode « polaire » d'exploration et de traitement, méthode opposée à la « méthode de direction » que Remak avait mise au premier rang et que Benedikt et d'autres avaient acceptée comme méthode principale; elle reposait sur une base physique et physiologique bien plus solide que celle-ci et elle fut le signal d'importants progrès pour l'électrothérapie nouvelle. A la vérité, les bases de cette méthode physiologique avaient été peu de temps auparavant posées par Baierlacher et Chauveau. Le premier avait même essayé sur l'homme la méthode unipolaire d'excitation galvanique et établi très clairement ses principes essentiels; mais Brenner est le premier qui a reconnu et apprécié la nécessité de cette méthode pour le diagnostic et la thérapeutique. En 1868-69, il publia un grand ouvrage sur certains points de l'électrothérapie qu'il avait magistralement étudiés; ce livre est un des plus parfaits que nous possédions; c'est un modèle d'observations sagaces, de déductions théoriques rigoureuses et d'exposition brillante.

Mais ce qui contribua le plus à la diffusion du galvanisme, c'est peut-être l'étude d'une série de faits intéressants constatés d'abord dans certaines paralysies périphériques: ils provoquèrent en faveur du courant galvanique un véritable engouement, — en partie injustifié, comme on le vit par la suite — grâce auquel beaucoup d'esprits lui attribuèrent une supériorité très marquée sur le courant faradique. Il s'agit de la « réaction de dégénérescence » qui excita l'intérêt général quand elle fut décrite tout d'abord par Baierlacher (1859), Schulz, Brenner, de Grünewaldt, Neumann, Meyer, etc. L'exposition et l'étude détaillée de ces faits, la juste appréciation du galvanisme dans la troisième édition du traité de Ziemssen ont contribué pour une bonne part à attirer l'attention et à engager un certain nombre d'observateurs à l'étudier au point de vue expérimental et thérapeutique.

Depuis 1865, de fervents disciples travaillent à élever le nouvel édifice. J'ai commencé à m'occuper d'électrothérapie vers cette époque, en même temps qu'Hitzig, A. Eulenburg, Seeligmüller, plus tard Burckhardt, Filehne, O. Berger, Bernhardt, E. Remak fils, G. Fischer et beaucoup d'autres. De 1867 à 1876, un grand nombre de travaux sur l'électrothérapie sont publiés. On voit paraître pendant cette période des ouvrages généraux considérables (dont plusieurs éditions nouvelles d'anciens traités), comme ceux de M. Meyer, de Benedikt, d'Erdmann, de M. Rosenthal, etc., soit de courts exposés d'ensemble, comme les manuels d'Erb, de Seeligmüller, de Bærwinkel, etc., soit des travaux spéciaux en nombre considérable qui étendent et fouillent le champ de l'électrothérapie. Ces travaux que je ne puis que mentionner très brièvement peuvent être rangés dans différents groupes.

D'abord des travaux préliminaires de physique qui éclaircissent certains points contestés, par exemple la pénétration de courant dans le cerveau et la moelle (Erb, 1867. — Burckhardt, 1870. — de Ziemssen, 1872), d'autres travaux sur la marche, la direction, la répartition du courant dans l'organisme, suivant les différents modes d'application des pôles (Helmholtz. — Erb, 1867. — Burckhardt, 1870. — Filehne, 1870. — de Ziemssen, 1872). Ajoutons l'introduction dans la technique électrothérapique de pièces accessoires diverses, d'un usage général: commutateur, rhéostat, galvanomètre fidèle et sensible, la construction de batteries galvaniques perfectionnées et d'excellents appareils transportables, ce qui constituait un progrès immense sur l'époque où Remak démontait et nettoyait tous les jours sa batterie de Daniel.

On se livra particulièrement avec ardeur à des essais préliminaires physiologiques sur l'homme vivant pour contrôler les résultats obtenus sur les animaux et rechercher leur valeur pour le diagnostic et la pathologie du système nerveux. On s'occupa avant tout de la loi des secousses motrices; on en constata la réalité pour l'homme vivant et ses différents nerfs, et l'on vit qu'elle concordait dans ses points principaux avec la loi des secousses de Pflüger (Baierlacher, 1859. — Brenner, 1862 et 1869. — de Ziemssen, 1866 et 1872. — Erb, 1867.— Benedikt, 1870. — Filehne, 1870.— Burckhardt, 1875. — Rumpf, 1878).

On approfondit encore les phénomènes de l'électrotonus chez l'homme vivant et, malgré de grandes difficultés et quelques contradictions, on constata qu'ils concordaient suffisamment avec les faits physiologiques (A. Eulenburg, 1867. — Erb, 1867. — Samt, 1868. — Brückner, 1868. — Runge, 1870. — E. Remak, 1876).

L'étude du grand sympathique cervical fut particulièrement en faveur parce qu'on lui attribuait une action thérapeutique considérable que l'on cherchait à établir sur une base physiologique, mais avec peu de succès (Gerhardt, 1864. — Benedikt, 1867. — Eulenburg et Schmidt, 1868.— M. Meyer, 1868-1870. — Flies, 1868. — Beard et Rockwell, 1870. — Otto, 1873.— G. Fischer, 1875-1877).

L'action des courants électriques sur les organes des sens fut également étudiée de tous côtés, et sur certains points on obtint de très beaux résultats; ainsi Brenner principalement, à la suite des travaux de Ritter, Purkinije et Helmholtz, étudia la réaction galvanique de la rétine et du nerf optique (1868); le même auteur réussit enfin à établir clairement la réaction galvanique du nerf acoustique et traita à fond cette question dans un remarquable travail (Brenner, 1868. — Hagen, 1869. — Eulenburg, 1869. — Erb, 1869-1871. — Neftel, 1871, etc.).

Puis vient l'étude de l'action des courants galvaniques sur

le cerveau (Brenner, 1868.— Hitzig, 1870 et autres), et les recherches sur la production de chaleur dans les muscles pendant l'électrisation (Ziemssen, 1856. — Althaus, 1868) avec d'autres études de moindre importance.

Ces recherches donnèrent naissance aux meilleures méthodes d'exploration de l'excitabilité normale et pathologique. C'est ainsi que principalement les méthodes polaires d'exploration furent soumises à de nombreuses discussions (Brenner, 1862-69.—Erb, 1867-1872.— Filehne, 1870.— Burckhardt, 1870. — Hitzig, 1873), et que l'on fonda une meilleure méthode pour la recherche quantitative de l'excitabilité (Erb, 1873. — E. Remak, 1876).

Grâce à ces méthodes, on put mieux étudier les modifications pathologiques de l'excitabilité par exemple, et l'on établit l'électro-diagnostic sur une base plus solide ; sa grande valeur dans certaines formes de maladies nerveuses et musculaires fut mise ainsi au-dessus de toute discussion. La partie de beaucoup la plus importante de ces recherches concerne ce qu'on appelle la « réaction de dégénérescence ». Déjà connue depuis un certain nombre d'années dans certaines paralysies (Baierlacher, 1859. — Schulz, 1860. — Brenner, de Grünewaldt, 1862. — Neumann, 1864. — Eulenburg, de Ziemssen, 1866. — Erb, 1867, etc.), je la soumis pour la première fois à une étude expérimentale (1867-68), qui me fournit des résultats très importants. Ils furent confirmés par un travail presque simultané de Ziemssen et Weiss (1868) et ils constituent maintenant un élément diagnostique et pronostique de très grande valeur à des points de vue différents dans un grand nombre d'états morbides (Brenner, 1868. — Eulenburg, 1867-68. — Erb, 1874, 1876, 1878. — Bernhardt, 1874-1879. — E. Remak, 1875-1879. — Goldschmidt, 1877. — Leegard, 1880, etc.).

La recherche de la sensibilité électro-cutanée fut faite par Leyden, Bernhardt, Erb, Drosdoff, de Watteville-Tchirjew, etc.; l'étude des modifications pathologiques du nerf auditif est due à Brenner (1868) qui en reconnut l'importance théorique et pratique ; ceux qui vinrent après lui (Hagen, 1869. — Erb, 1868-71. — Eulenburg, 1872. — Hedinger, 1870, etc.) ne purent que confirmer ses résultats.

Naturellement les efforts des électrothérapeutes se portèrent aussi en première ligne sur l'action thérapeutique des courants. Il fallait avant tout chercher si les espérances que les travaux de Remak avaient fait naître étaient réalisables. Après Remak, le courant électrique ne pouvait plus conquérir de nouveaux territoires ; il fallait au contraire délimiter son domaine et soumettre les affirmations de cet auteur à un contrôle sévère. D'innombrables documents ont été réunis ; dans toutes les catégories de maladies musculaires et nerveuses, dans beaucoup d'affections articulaires et autres, le courant s'est montré actif ; grâce aux efforts de quelques chercheurs, il commence même à pénétrer sur le terrain de la psychiatrie (Arndt, 1870-77. — Benedikt, 1870. — Tigges, 1873).

Il s'agissait ensuite d'édifier une théorie claire de l'action thérapeutique de l'électricité; on n'y est malheureusement pas encore parvenu ; et les travaux, les discussions que cette question a suscités n'ont point encore fourni de résultats satisfaisants (Remak, 1858. — Brenner, 1862-68. — Benedikt, 1867-74. — Erb, 1872. — Holst, 1872. — Hitzig, 1873). Toutes les tentatives faites pour rapporter l'action des courants au petit nombre d'actions physiologiques connues (action existante, modificatrice, électrotonus, électrolyse, etc.) n'ont pas abouti. De même la tendance si répandue d'assigner aux influences vasomotrices, principalement à la galvanisation du sympathique, une place prépondérante parmi ces actions, n'a pas notablement avancé la question au point de vue théorique. Il faut toujours en revenir aux actions « catalytiques » déjà proclamées par Remak, dont nous nous occuperons plus tard en détail ; mais nous ne pouvons pas encore en pénétrer complètement la nature.

Ainsi même aujourd'hui, sur le terrain proprement dit de la thérapeutique, nous sommes encore essentiellement des empiriques ; nous ne pouvons toujours faire qu'une collection de faits, il est vrai, à l'aide de principes physiologiques sûrs, de nos expériences antérieures et suivant des méthodes scientifiques déterminées ; mais nous devons être encore extrêmement réservés dans leur interprétation.

Tandis qu'en Allemagne, comme vous venez de le voir, l'électrothérapie était l'objet d'études très actives, ses progrès étaient un peu plus lents à l'étranger.

En France, sous la puissante influence de Duchenne qui toute sa vie était resté fidèle au courant faradique, le courant galvanique rencontra de grands obstacles, et encore aujourd'hui on peut dire que le cercle où son application a été comprise et adoptée est assez restreint. A côté du livre de Tripier (1861), il faut citer surtout celui de Legros et Onimus (1872), bien que le point de vue auquel ces auteurs se placent relativement aux recherches physiologiques et thérapeutiques ne nous semble pas très heureux ; il a paru dernièrement un ouvrage de Teissier (1878) qui donnera en France une idée approximative des travaux allemands et représente assez bien l'état actuel de l'électrothérapie scientifique.

En Angleterre, on a mis encore bien plus de temps à s'intéresser à ce sujet et maintenant encore on n'y trouve que bien peu de véritables électrothérapeutes. Pendant longtemps, l'ouvrage d'Althaus (1859-1870) fut le seul que l'on pût mentionner. Il a paru récemment quelques mémoires de Russel Reynolds, Vivian Poore, etc., et un petit livre excellent de Watteville, qui cependant constitue surtout une introduction à l'électrothérapie.

En Amérique on s'est adonné à l'électrothérapie avec bien plus de zèle. Neftel a publié plusieurs travaux intéressants, Beard et Rockwell (1871) un excellent manuel qui se recommande par une étude très complète de la question, une excellente exposition et beaucoup d'originalité. C'est à ces auteurs que nous devons la « faradisation générale » et « la galvanisation centrale ».

En Italie, on a subi presque exclusivement l'influence française, et les publications assez nombreuses sur ce sujet ont laissé généralement de côté les travaux allemands sur le courant galvanique, tandis que l'emploi du courant faradique semble assez répandu parmi les médecins italiens. Cependant

récemment le galvanisme a été mieux accueilli. Parmi les auteurs italiens il faut nommer Nanius, Fubini, Pl. Schivardi, Ottoni, Rodolfi, Ciniselli, Brunelli, Vizioli, etc.

En somme, l'électrothérapie nouvelle, qui est déjà devenue un rameau puissant de la thérapeutique, est due essentiellement aux travaux de notre pays. Espérons que des esprits jeunes et actifs viendront se joindre à nous, car il en reste encore beaucoup à faire.

Erb.

GÉOGRAPHIE

La Tripolitaine, le Fezzan et le Tibesti.

Des quatre pays que l'on appelait jadis les *États* ou les *Puissances barbaresques* il en est un que nous avons conquis, il y a une cinquantaine d'années, et qui est définitivement incorporé au territoire français, tandis que le second vient d'être placé tout récemment sous notre protectorat, en attendant une annexion pure et simple à notre grande possession de l'Afrique du Nord. Le Maroc est resté indépendant et la Tripolitaine est retombée sous l'autorité directe de la Sublime Porte. Cette autorité, la Porte, d'ordinaire, ne paraît guère s'en soucier; mais à la suite des événements de Tunis, poussée moitié par son infatuation ordinaire, moitié par les conseils de certaines puissances, que chacun nomme tout bas ou tout haut, elle s'est souvenue qu'en droit, le gouverneur qui siège à Tripoli n'est autre chose qu'un pacha turc, quelque indépendant qu'il soit en fait. Elle a envoyé des troupes dans l'ancienne Régence, sans s'inquiéter d'ailleurs le moins du monde si elle avait en caisse de quoi les payer, et il paraît qu'elle n'avait pas cet argent, puisqu'on annonçait, il y a quelque temps, une révolte des régiments turcs stationnés à Tripoli qui se lassaient, comme sœur Anne, de ne voir rien venir, ni solde, ni habillements, ni vivres. Elle se donne un mal extraordinaire à Tripoli, en Tunisie, en Algérie, dans l'Afghanistan, dans l'Asie centrale, pour ressusciter le fanatisme musulman et aviver les haines sourdes des vrais croyants contre les *Roumis*, et ce ne sera point certainement la faute du sultan de Stamboul et de ses conseillers si quelque beau jour nos régiments ne sont pas forcés d'aller faire dans la Tripolitaine ce que dernièrement ils ont fait, et pour leur compte si bien fait, dans l'ancienne Régence de Tunis.

I.

Ce que nous appelons d'un nom général la Tripolitaine ou la Régence de Tripoli, les anciens le nommaient la Cyrénaïque; ils y ajoutaient l'épithète de belle, et elle avait cinq villes — Cyrène, Tencheira, Hespéris, Apollonia et Borea — toutes riches et florissantes. Aujourd'hui on ne s'en douterait guère, et la Tripolitaine, la région physiquement la moins heureuse de l'Afrique septentrionale, voit le désert empiéter journellement sur la zone habitable, au point qu'en certains endroits le Sahara pousse ses dunes jusqu'au littoral. La région entière, y compris le Fezzan, n'embrasse pas moins de 90 millions d'hectares et n'est peuplée que d'un million environ d'habitants. Dans la partie qu'on appelle le Barca, vaste plateau calcaire qui, émergeant du désert libyque, se continue, à l'ouest, à travers le territoire tripolitain, les habitants sont tous ou presque tous des Arabes; mais, dans la Tripolitaine proprement dite, ainsi que dans les oasis, on rencontre de nombreux Berbères mêlés à quelques Turcs. Quant aux Fezzaniens, ils forment une race mélangée de sang noir, de sang arabe et de sang berbère. La religion de toutes ces populations est l'islamisme. Il y a cependant un assez grand nombre de juifs fixés dans le pays de Barca et quelques chrétiens — Maltais, Italiens, Grecs, Français — établis dans les villes.

Ces villes ne sont ni nombreuses ni bien importantes : ce sont Morzouk, chef-lieu du Fezzan, à laquelle on accorde de 8000 à 10 000 habitants; Bengazi, près des ruines de l'antique Bérénice, aux portes de laquelle les anciens plaçaient le jardin des Hespérides, qui peut en avoir 15 000; Tripoli, capitale politique de tout le pays, peuplée de 20 000 à 25 000 âmes. Vue de la mer, Tripoli offre un ravissant coup d'œil, avec la masse pittoresque de son château-fort, les minarets élancés de ses mosquées, ses murailles blanches flanquées d'élégantes tourelles et, dominant le tout, ses bouquets de sveltes dattiers. Mais le voyageur qui visite une ville orientale doit faire une distinction entre le dehors et le dedans : le premier, tout ensoleillé, est splendide; le second, tout sale, misérable, ruineux. Tripoli n'échappe point à cette loi, bien qu'elle n'ait pas dépéri aussi sensiblement que plusieurs des villes du littoral nord-africain. Parmi ses édifices, l'œil se fixe sur le palais du gouvernement, construction massive et informe, aux puissantes murailles, et qui ressemble moins à un palais qu'à un château-fort isolé du reste de la ville. « Tous les siècles ont laissé leur trace architectonique sur cette masse étrange : ici on dirait d'une tour sans fenêtres; là, sur une terrasse aérienne, c'est un harem aux croisées bardées de fer. Puis voici une façade avec des fenêtres de toute dimension pratiquées aux niveaux les plus divers... L'ensemble n'est qu'anomalie et disproportion; l'aspect en est disgracieux et, malgré son énormité, l'édifice est mesquin (1). »

M. le docteur Gustave Nachtigal, à qui nous avons emprunté cette description, ajoute qu'au fond, ce qu'il y a de plus curieux et de plus intéressant, comme aussi de plus riche à Tripoli, c'est le *Souk-el-Turk*, ou la rue des Bazars. Là, les gros commerçants osmanlis se tiennent assis, graves et dignes, dans leurs petites boutiques, ne faisant jamais l'article et ne changeant jamais leurs prix. On les dirait en vérité tout à fait désintéressés de l'achat ou de la vente, et ils passent la journée soit en causeries avec leurs voisins, soit dans une de ces muettes contemplations qui sont si chères aux Orientaux. A côté d'eux, des marchands juifs vendent des laines, des cotonnades, des soieries turques ou européennes; mais autant le marchand turc est impassible, autant le juif s'agite et se démène. A côté de ces magasins de vente en gros se trou-

(1) *Sahara et Soudan*, Paris, Hachette, 1882; un vol. gr. in-8°.

vent une foule d'échoppes de détaillants, où l'on débite du tabac, des tchibouques, des narguilés, des vases, des plats, des coupes de cuivre ou de laiton, des essences et des parfums de Constantinople. Çà et là, quelques cafés, avec leurs petits pots et leurs petites tasses, avec leurs murailles nues et leurs bancs de bois, s'entremêlent aux boutiques, et il y a enfin des *Fondouks* consistant en des cours quadrangulaires, entourées d'arcades, sur lesquelles s'ouvrent des pièces basses, étroites, sans fenêtres, où les marchands ambulants serrent leurs bagages et leurs pacotilles.

C'est vers le Souk-el-Turk et le bazar des tailleurs qui le continue, que converge le mouvement de la vie publique à Tripoli, comme au surplus dans toutes les villes musulmanes. Cette ville est le grand entrepôt commercial des habitants de Ghadamès qui, commandant par leur trafic le désert de l'ouest, sont les correspondants commerciaux des Touaregs et possèdent des comptoirs dans le Houassa, tandis qu'ils vont par le Touat jusqu'à Timbouctou. Les négociants de Tripoli, ainsi que ceux du pays de Barka et les habitants des oasis du Fezzan, trafiquent autant avec le Houassa qu'avec le Bornou. Dans les derniers temps, ils ont même poussé jusqu'au Ouadaï. Ils transportent dans ces divers pays les marchandises et les tissus du pays, ainsi que les articles européens qui leur viennent, pour la plupart, par l'intermédiaire des Maltais, gens éminemment propres au négoce et qui sont abondamment représentés dans toutes les villes côtières de l'Algérie, de la Tunisie et de la Tripolitaine. Ils en rapportent de la poudre d'or, des plumes d'autruche, et malheureusement aussi des esclaves. La traite des noirs, à la vérité, est très sévèrement interdite à Tripoli; mais cela n'empêche pas qu'il ne s'y fasse encore un commerce clandestin d'esclaves très actif. Ces malheureux sont d'ailleurs traités d'une façon fort humaine, comme cela est l'habitude dans les pays musulmans, si ce n'est chez les Turkomans de l'Asie et les fanatiques Ouahabites de l'Arabie, et quand il leur prend la fantaisie de se marier, si la maison où ils servent ne leur offre pas la faculté de se faire un ménage à eux, ils vont chercher un domicile au dehors, tout en conservant vis-à-vis de leurs anciens maîtres des liens de subordination et d'obéissance.

Que dire de l'état moral de la Tripolitaine qui ne soit pas un lieu commun et qui n'ait été dit mille fois à propos de l'Égypte, de la Tunisie, du Maroc et de la Turquie elle-même? Son gouverneur était, à l'époque du séjour de M. Nachtigal à Tripoli, un Arabe d'Algérie élevé en France. Riza pacha — c'était son nom — avait à un haut degré, paraît-il, le sens de la civilisation et le goût du progrès ; cependant il avait totalement échoué dans ses projets de régénérer le pays qu'il gouvernait. Il n'avait pu mieux faire que le bey de Tunis et le khédive d'Égypte lui-même. Riza pacha avait bien fait forer des puits artésiens et éclairer la ville de Tripoli au gaz, ainsi que planter des arbres dans sa banlieue désolée. Il avait fondé des écoles et s'apprêtait à établir dans la partie orientale de la province, c'est-à-dire dans l'ancienne Marmarica, sur le bord des baies de Bomba et de Tobrouk, des colonies dont l'ouverture du canal de Suez semblait garantir le succès. Hélas ! La population tripolitaine ne lui savait aucun gré de ces efforts, et les fonctionnaires, Turcs pour la plupart, loin de les seconder, faisaient de leur mieux pour les empêcher d'aboutir. Ces colonies ne sont jamais sorties de l'état embryonnaire ; ces puits artésiens sont depuis longtemps comblés ; ces arbres sont morts, ces écoles n'ont fait aucun bien, et seuls les becs de gaz de Tripoli subsistent encore.

Tant qu'on n'aura point réussi à créer dans les pays musulmans une administration intelligente et honnête, comme aussi à faire pénétrer dans la population le sentiment du progrès, la régénération de ces pays restera une chimère. Or, comme le dit excellemment le docteur Nachtigal, le changement d'idées des populations musulmanes paraît incompatible avec l'existence même de l'Islam qui de sa nature est stationnaire. Les seules gens qui prétendent être instruits dans ces pays sont les Oulémas et, de fait, ils connaissent à fond le Coran, depuis son premier verset jusqu'à son dernier ; mais ce livre est pour eux l'alpha et l'oméga de toute science. Interprètes de la loi, éducateurs de la jeunesse, conseillers des puissants, ce sont, en outre, les ennemis les plus acharnés de la culture occidentale. S'il existe quelque part, dans les rangs de la nation, quelques hommes honnêtes, il est bien rare qu'on aille les chercher pour en faire des fonctionnaires ou des magistrats. Dans les contrées musulmanes, l'administration brille en général par toute autre chose que son sentiment du devoir et son incorruptibilité, ce qu'attestent tous les voyageurs que leur malchance a mis en rapport avec elle, de près ou de loin.

II.

Dans son ensemble, le Fezzan peut être considéré comme un plateau d'altitudes assez inégales, variant entre 200 et 750 mètres, et il offre une succession d'oasis et de *ouadis*, ou vallées sèches, où campent les tribus pastorales avec leurs troupeaux. Les oasis forment trois groupes principaux, dont l'un, le groupe central, constitue le Fezzan proprement dit et les Ouadis, qui sont assez nombreux et quelques-uns fort étendus, coupent le pays en diverses directions, mais surtout de l'ouest à l'est. Les pluies y sont fort rares et, à part quelques sources, le pays n'a pas d'eaux courantes. Aussi le climat en été est-il brûlant ; la chaleur pendant cette saison est à peine supportable pour les indigènes eux-mêmes et notre compatriote M. Henry Duveyrier, quand il était à Merzouk, a deux fois observé une température de 44 degrés à l'ombre (1).

On se rend de Tripoli au Fezzan par deux routes. La plus courte est celle qui, passant par Ghérian et Misda, file directement au sud, pour se diviser un peu plus loin en deux embranchements, dont l'un à droite par lequel Barth, Overweg, Richardson ont passé ; l'autre à gauche, suivi par Gerhard

(1) Voir de M. Duveyrier : *Explorations du Sahara; les Touaregs du Nord*, Paris, 1864. V. aussi le *Reise durch Africa* de Gerhard Rohlfs, 1868, ainsi que les *Voyages et découvertes* de Barth et le *Voyage* du docteur G. Nachtigal.

Rohlfs. La seconde s'infléchit beaucoup plus à l'est, et c'est surtout à M. Duveyrier et à Vogel qu'on en doit la connaissance. Il faut une trentaine de jours pour la parcourir, tandis que le trajet par l'autre n'en exige que vingt et un. Quoi qu'il en soit et malgré ses circuits considérables, la route de l'est est le vrai chemin des caravanes, parce qu'elle est mieux pourvue d'eau et que les temps d'arrêt y sont nombreux. Elle traverse la petite ville de Sokna, peuplée d'environ 3000 habitants, entourée d'une enceinte bastionnée et dominée par un château-fort en ruines, et passe ensuite par l'archipel à peine interrompu des oasis du Fezzan propre. Successivement, les caravanes s'arrêtent à Sirrhen, à Semnou, à Temenhint, à Sebka, à Rohdwa. De ce dernier point à Morzouk, on ne rencontre plus aucun centre de population. Le territoire que l'on traverse est un désert pierreux, fortement ondulé et que coupe seulement une vallée qui porte le nom d'*Ouadi des Fourmis*. La route atteint ensuite la vallée de Schekva, d'où quelques heures suffisent pour gagner la capitale du Fezzan.

S'il fallait prendre à la lettre ce que les vieillards de Morzouk disent du passé de cette ville, on croirait qu'elle a joui dans le temps d'une énorme prospérité. Il convient de faire ici la part de l'exagération habituelle aux Arabes et cependant il est certain que Morzouk s'est progressivement dépeuplée et qu'elle est, sous le rapport de la richesse et de la production, en pleine décadence. Dans son état actuel c'est une localité fort triste et fort ennuyeuse, dont l'aspect extérieur toutefois est pittoresque, imposant même, grâce à sa citadelle si fièrement campée. Elle est entourée d'une zone, tour à tour pierreuse et sablonneuse, qui la sépare de sa ceinture de jardins et de bouquets de palmiers. Il n'y a guère que le marché qui donne quelque vie et quelque animation à la ville. C'est là que se donnent rendez-vous la population indigène des jardins et les nombreux étrangers qui y habitent. De grand matin, des Touaregs y affluent, apportant du charbon de terre, et dans l'après-midi, les gens de la banlieue viennent avec leurs légumes et leurs fruits parmi lesquels domine la datte, mais où l'on voit figurer aussi le melon, la pastèque, le haricot, l'aubergine. De petits détaillants y tiennent aussi boutique et offrent aux acheteurs toutes sortes d'articles de provenance européenne ou venant de la côte septentrionale de l'Afrique, tels que allumettes, papier à cigarettes, tabac turc, friandises de Tripoli; batteries de cuisine et vaisselle, fromage de Hollande; fourneaux de pipe, aiguilles, ciseaux, couteaux; miroirs, foulards, fausses perles et corail; tissus de soie, de laine, de coton; du drap; tapis et couvertures; chaussures, selles, outres de chameau, etc., etc. Toutes les couleurs de la peau sont représentées sur le marché de Morzouk, depuis la blancheur des Turcs du Nord jusqu'à la teinte d'ébène qu'on trouve dans les Nigritiens; depuis l'Arabe, rougeâtre de la côte septentrionale jusqu'au Berbère bronzé du désert; depuis le Toubou jusqu'au nègre proprement dit, avec son infinité de nuances et de variétés. La confusion des langues n'y est pas moins remarquable que la diversité des types physiques. Ici, on parle arabe et là on s'exprime en toubou, tandis que dans certains groupes résonne l'idiome du Houassa, et dans d'autres plus nombreux, le Kanouri, la langue du Bornou.

Enfin les costumes et les allures sont des plus caractéristiques. L'un porte une jaquette, un burnous ou un pantalon, se rapprochant ainsi du riverain de la Méditerranée; un second, à la place de l'ample chemise du Soudan qui est si commode, s'est affublé du châle tripolitain et un troisième porte toujours la peau du mouton de son pays natal. Les fils du désert par excellence — les Tedas et les Touaregs — se reconnaissent facilement de loin à leur costume sombre non moins qu'à leur démarche mesurée et quelque peu solennelle; ils ne sourient guère et le Têda, avant de parler, lance à distance, d'un air compassé, un mince filet de jus de tabac de couleur verdâtre. L'Arabe et le Berbère du nord, pleins d'un sentiment de supériorité que leur état de civilisation relative leur inspire dans un pareil milieu, regardent autour d'eux avec une sorte d'indifférence, voire de dédain. Quant au Nègre, nature expansive et insouciante, il rit de tout et à propos de tout. Les uns sont venus au marché de Morzouk du voisinage et n'y séjournent que la durée d'un jour; mais d'autres sont de gros négociants qui se proposent d'aller au Soudan occidental ou qui, au contraire, en reviennent avec l'intention plus tard de gagner Tripoli, Benghâsi, même le Caire. Enfin, on rencontre de pieux pèlerins du nombre de ceux très nombreux qui partent du Soudan occidental chaque année pour se rendre, par le Fezzan, en Égypte d'où ils s'embarquent pour la Mecque.

Dans la partie du marché réservée à la vente des fruits et des légumes, c'est l'élément féminin qui domine; on n'y voit guère de femmes d'Arabes, ni même de femmes de Touaregs, mais en revanche beaucoup de femmes toubou et plus encore de négresses. Les femmes toubou sont superbes, avec leur taille élancée, leur peau demi-foncée, leurs fines attaches, leurs minces extrémités, leur châle bleu drapé sur les épaules et descendant jusqu'aux hanches; les innombrables tresses de leurs cheveux encadrant le fin ovale de la figure. Entre elles et les femmes du Fezzan au visage rond, épais et sans caractère, il y a comme un abîme. Celles-ci portent aux bras et sur les jambes une profusion de bracelets en métal, en corne, en ivoire; mais, au contraire des femmes toubou qui sont très propres, elles rappellent les Bédouines par leur saleté dégoûtante. Leur coiffure est très curieuse et ressemble, par son arrangement, à une chape qui enceindrait la tête. Elles ont l'habitude de l'oindre de graisse, d'huile, ou de beurre fondu.

Superficiellement, le Fezzan forme plus du tiers de la Tripolitaine. Mais c'est à peine si sa population entre pour un dixième dans la population totale de l'ancienne Régence, qu'on évalue à un million environ, en y comprenant les nomades. C'est la conséquence de la situation géographique du pays et de son manque de ressources commerciales ou naturelles. En Tunisie comme en Algérie, des pluies régulières dues au voisinage de l'Océan favorisent la culture; dans les vallées et sur les croupes des montagnes, l'agriculture et l'élève du bétail marchent de compagnie. Le Fezzan, lui, est éloigné de plus de trente journées de marche de la côte sep-

tentrionale et les oasis du pays sont dépourvues de pâturages. Les champs que l'on y cultive ont besoin d'une irrigation perpétuelle, et ce qu'ils produisent suffit à peine aux besoins locaux. Dans les oasis même, où la proximité de l'eau permet la culture des dattiers et celle des céréales, on ne peut élever de gros bétail: une demi-douzaine de chameaux, quelques brebis, quelques chèvres, voilà tous les troupeaux; encore faut-il le plus souvent pour les nourrir se servir du fourrage d'étable. Les animaux domestiques sont donc loin d'abonder dans le Fezzan, surtout les bœufs, qu'il faut faire venir du nord, et qui sont de petite taille et d'un aspect malingre. Le cheval est un luxe qui n'est à l'usage que des gens très riches. Les chameaux, les poules et les pigeons, tels sont réellement les seuls animaux domestiques que les Fezzanais élèvent et qui se maintiennent chez eux sans l'aide de l'importation. Le chameau du Fezzan appartient à la race arabe, qui diffère assez sensiblement de la variété touareg ou de la race toubou. Il se distingue par sa forte structure comme par l'excellence de sa chair et porte, inégalement distribuée sur les diverses parties du corps, une toison longue, épaisse, laineuse, avec laquelle on fabrique un tissu solide servant à la confection de sacs d'emballage et d'étoffes de tente.

Au moral, le docteur Nachtigal dépeint les gens du Fezzan comme lourds, gourmands et libertins, mais aussi comme remplis de douceur et d'une probité exemplaire. « Quelque encouragement, dit-il à ce propos, que la faiblesse du gouvernement, la dissémination des lieux habités et la misère générale, sembleraient devoir accorder au vol et à la malhonnêteté, chacun vit au Fezzan en pleine sécurité sur ce point. Le voyageur peut parcourir sans crainte la longue route de Tripoli à Morzouk, et ce n'est que depuis l'arrivée d'une garnison turque que les gens de la ville ont pris l'habitude de fermer leurs maisons la nuit. » La différence est immense entre l'habitant du Fezzan et ses voisins du désert; autant le Fezzanais est timide, affable, honnête, mais porté au plaisir, autant le Touareg est vaillant et austère; autant le Toubou est égoïste, rapace, rusé, mais frugal. Le Touareg est également un musulman fanatique, tandis que le Fezzanais est un croyant assez tiède, presque indifférent. Jadis, on comptait dans le pays beaucoup d'adeptes de ces sectes belliqueuses qui, du fond de l'Orient où elles avaient pris naissance, s'étaient répandues parmi les tribus berbères du nord de l'Afrique et qui avaient rendu très difficile aux croyants orthodoxes la conquête définitive de ce pays. Mais aujourd'hui tous les habitants sont de paisibles sunnites, à part quelques prosélytes de la secte plus récente des *Senousis* originaire, croit-on, de Tlemcen et ainsi nommée de Sidi-Senousi, son fondateur.

Le docteur Nachtigal nous donne de curieux détails sur les procédés de prosélytisme de ces sectaires, ainsi que sur la marche et la direction de leur propagande. L'Égypte ne paraît pas convoitée par eux, pas plus que Tripoli; le Fezzan lui-même ne leur est qu'un point d'attache et de départ, et au Bornou même dont les docteurs jouissent dans tout le Soudan d'une haute réputation de science et de piété, ce n'est qu'avec précaution qu'ils cheminent. Le Tibesti, le Bahr-el-Ghazal, le Kanem, la région des Bidjehats, l'Ouadaï, avec ses tribus sauvages et les oasis égyptiennes, tels sont les pays que les Senousis visent. « Et partout où ils gagnent des adhérents, ils recueillent une abondante moisson de biens terrestres, pour la gloire du Très-Haut; en chaque lieu du désert où ils établissent leurs pieuses stations, ils commencent par signer avec les indigènes un traité qui leur livre les plantations de dattiers. » Jusqu'ici c'était surtout à l'Afrique occidentale qu'avait paru appartenir le monopole de ces associations religieuses, souvent doublées d'une influence politique et temporelle qui assure à leurs chefs un pouvoir supérieur à celui des princes. Gerhard Rohlfs nous a parlé d'un marabout marocain dont la parole est toute-puissante sur ses coreligionnaires, et l'on sait que les Touaregs de l'ouest vénèrent l'autorité d'une famille, celle des cheiks El-Baskaï, de Timbouctou, laquelle descend de Sidi-Obka, le célèbre conquérant de l'Afrique du Nord. La partie orientale du désert avait échappé longtemps à la contagion de ces doctrines dont le fond est un grand fanatisme musulman et une haine profonde de la civilisation chrétienne, du nom même des chrétiens, et c'est Sidi-Senousi qui a eu l'honneur, si honneur il y a, de les y avoir introduites. Les Senousis se distinguent, en effet, parmi toutes les sectes de l'Afrique islamite par leur zèle farouche; ils ont amplement montré au docteur Nachtigal dans le cours de ses longs voyages qu'ils avaient pour les chrétiens une aversion forcenée et plus d'une fois ils ont mis sa vie en péril, tandis qu'à Timbouctou, Ahmed-el-Bakaï accueillit Barth d'une manière très affable, et que Sidi Ahmed, le chef des Tedjanas, que M. Nachtigal lui-même eut l'occasion de voir à Tunis quand il y vint en 1860, paraissait un homme bienveillant et qui ne se croyait nullement souillé par le contact avec les Roumis.

Mais, pour en revenir au Fezzan, ce n'est point sa douce et indolente population qui fournira jamais un milieu favorable au développement de ce fanatisme militant et agressif. M. Henri Duveyrier put s'assurer sur quelques points que les Senousis qui y sont disséminés ne péchaient point par un excès de bienveillance et d'amabilité pour les gens de sa religion. Cependant on peut affirmer qu'au Fezzan, les rapports des chrétiens, non seulement avec la population, mais même avec ses marabouts, sont meilleurs et plus agréables qu'ils ne le sont dans aucun autre pays musulman peut-être.

III.

La région qu'habite la branche septentrionale de la famille Toubou (1) est appelée *Tibesti* par les Arabes; mais les indigènes la désignent sous le nom de *Tu* qui, dans leur langue, signifie rocher. Malgré sa proximité du Fezzan et de la route des caravanes, elle est restée presque absolument inconnue jusqu'à nos jours. Hérodote parle bien d'un pays des Éthiopiens troglodytes, pays situé au sud de celui des Garamantes, et il ne répugne pas de l'identifier avec le Ti-

(1) C'est le nom arabe, le nom local est Têda.

besti. Mais l'historien grec se borne à une simple mention, et Ptolémée n'est pas plus explicite quand il mentionne l'extension de la puissance des Garamantes par delà le désert oriental jusqu'au Soudan. D'autre part, les voyageurs européens qui ont poussé de si heureuses pointes dans les régions nord-occidentales de la Péninsule n'ont pas aussi bien réussi dans le désert oriental, et tout ce qu'on savait dans ces derniers temps du Tibesti, c'est ce qu'avaient pu en apprendre de seconde main, Lyon, en 1818; Richardson, Barth, Overweg et Vogel, de 1850 à 1855, ainsi que le consul Fresnel, qui avait profité de son séjour à Benghasi et à Djalo pour recueillir de sérieuses informations sur les routes qui, d'un côté ou de l'autre du Tu, se dirigent vers l'Ouadaï.

Il était réservé au docteur Nachtigal de pénétrer le premier dans cette contrée mystérieuse, et si son séjour au Tibesti n'a pas eu tous les résultats que lui-même s'en promettait et que la science avait le droit d'en attendre, cela n'a dépendu que des circonstances malheureuses dans lesquelles son voyage s'est accompli. On saura désormais que le Tibesti proprement dit est un massif montagneux, qu'on peut considérer comme une annexe du système qui, sous le nom de Hoggar, se dresse dans la partie est du Sahara occidental. Les Toubou forment la population principale du Fezzan méridional; ils occupent entièrement l'oasis de Kawar, et ils ont des colonies dans l'Ouadaï, le Kanem et le Bornou; mais leur territoire effectif s'étend en latitude du 18° au 23° degré, et en longitude du 12° ou 20°, embrassant ainsi une aire approximative de 50 millions d'hectares, dont le Tibesti constitue le noyau. Il va de soi qu'une contrée aussi continentale, placée au sud du tropique, au centre d'une immense zone désertique, doit avoir un climat d'une chaleur extraordinaire, d'une chaleur telle que sans les pluies plus abondantes au Tibesti, à raison de sa configuration montueuse, que dans les plaines basses du Sahara, une grande partie du pays resterait inhabitée. Ces pluies font naître une foule d'herbes fourragères, auxquelles les Toubou doivent d'avoir un grand nombre de moutons et plus encore de chèvres, comme aussi de cultiver quelques légumes et de récolter, à la vérité, sur une très faible échelle, du blé, du sorgho et du coton.

La population du Tibesti est aussi homogène que celle du Fezzan est mélangée. C'est une race d'un teint plus clair en général que celui des peuples du Soudan et d'une taille médiocre, avec des membres bien proportionnés et des extrémités fines et délicates. Les Toubou, extrêmement maigres, n'en sont pas moins d'une surprenante vigueur, et leur agilité pour courir et sauter est proverbiale en Afrique. Personne ne supporte mieux la fatigue, la faim et la soif. Sous le rapport intellectuel, les Toubou sont aussi fort bien doués; ils possèdent un étonnant instinct topographique et sont toujours par monts et par vaux, en quête de trafic et de moyens d'existence. Ils ne sauraient avoir la prétention de rivaliser avec les gros négociants de Morzouk ou de Tripoli; mais ils n'ont d'égaux nulle part dans l'Afrique du Nord pour l'entente des affaires et le savoir-faire commercial. Ce savoir-faire doit même, chez eux, revêtir un autre nom et un Toubou n'a pas le moindre scrupule sur le choix des moyens de gagner sa vie : il ne connaît que le profit. « C'est à qui fera le plus de tort à son prochain. Se dépouiller l'un l'autre est la constante préoccupation de ces peuples; le mensonge, le vol, le meurtre, tout cela leur est bon. Aussi, loin de vivre en communauté, les Tédas cachent-ils leurs huttes solitaires parmi les rochers; sur le sentier désert, ils épient les traces de ceux qu'ils veulent surprendre et à cet effet, ils profitent de préférence des ombres de la nuit. »

Le docteur Nachtigal, qui montre les Toubou sous d'aussi défavorables couleurs, plaide en même temps pour eux les circonstances atténuantes. Il fait remarquer qu'en sa qualité de chrétien, il ne lui a été guère possible de voir ce peuple que sous ses vilains côtés et qu'en outre, de tout temps, les Toubous ont été refoulés dans leur ingrat pays et condamnés à se replier sur eux-mêmes par des voisins plus puissants et plus civilisés. Les princes du Fezzan avaient autrefois l'habitude de faire chez eux de fréquentes razzias et de nos jours, les Arabes de la Grande-Syrie, aussi bien que les Touaregs, ne manquent pas de piller les Toubou ou de les rançonner quand ils le peuvent. Ainsi persécutés et traqués de toutes parts, est-il donc bien surprenant qu'ils soient, à leur tour, devenus traîtres et pillards ? Ce qui tendrait à prouver que ces vices ne sont pas ethniques, c'est que les Toubou fixés dans le Fezzan du sud s'accommodent fort bien de l'état de choses régulier qu'ils y trouvent et y contractent même des habitudes de loyauté et d'honnêteté au moins relatives. Quand ils ont séjourné longtemps chez leurs voisins, ce n'est qu'avec beaucoup de répugnance qu'ils se décident à venir s'exposer de nouveau aux coutumes brutales et perfides de leurs propres concitoyens.

Au point de vue religieux, les Toubou sont des croyants pleins d'une ferveur que les Senousis entretiennent et ont eu soin de porter au fanatisme. Ils sont polygames, mais d'une façon très modérée, ce que leur pauvreté explique peut-être, et les répudiations sont plus rares chez eux que chez les autres musulmans. Ils tiennent, d'ailleurs, leurs femmes dans un état de sujétion complète. La femme d'un Toubou ne mange jamais avec lui ; elle ne lui parle qu'en détournant le visage ; elle n'est pas dans l'habitude de le nommer en présence de tiers. Si elle se rend coupable d'adultère, on la livre à la vengeance discrétionnaire de son mari, et il en est de même de son complice. La prison ne figure pas dans le code pénal des Toubou; ils punissent d'amende les délits les moins graves, et le meurtrier est toujours passible d'un exil de longue durée : il ne peut même rentrer un jour dans son pays qu'avec le consentement de la famille de sa victime et moyennant une forte rançon.

Il ne nous reste plus, avant de prendre congé du Tibesti et de ses habitants, qu'à dire un mot de leur industrie et de leur commerce qui, à franchement parler, se réduisent l'un et l'autre à fort peu de chose. Les Toubou confectionnent des armes assez curieuses, parmi lesquelles on remarque le javelot (*edi-tenei*), d'une longueur de six pieds environ, dont la tige est généralement en fer et pourvue de dents et de crochets qui en font un engin offensif des plus redoutables. Ils

ont aussi une autre arme de fer qu'on appelle *mithdri,* longue de trois empans, avec des appendices tranchants; des poignards (*loi*), de la dimension à peu près d'un de nos couteaux de chasse; des boucliers, enfin, de forme elliptique et recouverts de peau d'antilope. Ils se servent aussi de lances (*edi-boni*), longues d'à peu près neuf à onze pieds, et de glaives à deux tranchants (*akasou*); mais ces glaives sont importés d'Allemagne, de Solingen surtout, tandis que les lances sont à peu près exclusivement fabriquées au Borkou, au Bornou, au Baghirmi et dans l'Ouadaï. De la peau de leurs chèvres, qu'ils tannent avec l'écorce des fruits du karad, les Toubou font des outres et des pièces d'habillement; les femmes, avec les branchages du palmier, tressent des nattes et, avec sa fibre, fabriquent des cordes. C'est du Kawar, du Borkou et surtout du Fezzan, qu'ils tirent les articles qui leur sont indispensables, principalement leurs tissus et leurs étoffes. Mais ils n'y exportent en retour que fort peu de chose: M. Nachtigal n'a vu sur aucun marché du Fezzan le soufre du Tibesti, qui jadis était commun à Morzouk, même au Caire, et en quelque abondance que le séné soit chez les Toubou, il y reste.

AD.-F. DE FONTPERTUIS.

PHYSIOLOGIE

THÈSES POUR LE DOCTORAT DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

M. CHARBONNEL-SALLE

Recherches expérimentales sur l'excitation des nerfs moteurs et l'électrotonus (1).

M. Charbonnel-Salle, maître de conférences à la Faculté des sciences de Lyon, a fait au laboratoire de médecine expérimentale de la Faculté de Lyon, sous la direction de M. le professeur Chauveau, des recherches précises sur tout un ordre de faits importants. On sait que M. Chauveau avait, en 1859, étudié, avec une méthode expérimentale rigoureuse, les phénomènes de l'excitation électrique des nerfs. Depuis cette époque, ce sont surtout les Allemands qui ont repris l'étude patiente de ces phénomènes. Aussi doit-on savoir gré à M. Charbonnel-Salle d'avoir analysé avec soin les phénomènes dont M. Chauveau, il y a plus de vingt ans, avait présenté une si importante description.

La première partie de ce travail est consacrée à la description des appareils. M. Charbonnel-Salle a mis en usage des procédés perfectionnés de la technique expérimentale moderne. Il a employé la méthode graphique, le myographe et le cylindre enregistreur de M. Marey. Le mouvement d'horlogerie de l'appareil enregistreur actionnait à la fois un rhéotome et un commutateur. L'appareil est réglé de telle sorte que la commutation se produit après chaque ouverture et précède la fermeture suivante. Les courants sont gradués par un rhéocorde, et ces divers appareils sont fixés sur la table d'expériences, de manière que toutes les recherches expérimentales soient faites dans les mêmes conditions. Toutes les excitations ont porté uniquement sur le nerf sciatique de la grenouille.

Dans la seconde partie de sa thèse, M. Charbonnel-Salle expose les faits qu'il a observés. En premier lieu, il a étudié les différences de l'excitabilité d'un nerf suivant le point d'application de l'excitant au nerf. On sait que, d'après Pflüger, Budge, Heidenhain et d'autres physiologistes, l'excitabilité du nerf sciatique de la grenouille n'est pas égale dans tous les points de ce nerf. Elle présente un maximum et un minimum non seulement quand on emploie pour la mesure de l'excitabilité l'excitant électrique, mais encore quand on emploie, comme M. Tigerstedt et M. Hallsten, des excitants mécaniques. M. Charbonnel-Salle a vu que, sur un nerf sectionné frais, l'excitabilité va en croissant de la section à la périphérie, et que, quand les altérations du tissu sont plus prononcées, la marche de l'excitabilité est en sens inverse. La section d'un nerf augmente immédiatement son excitabilité, non seulement au voisinage de la section, mais encore dans toute l'étendue du nerf. Sur le nerf intact, l'excitabilité est maxima au niveau de l'échancrure sciatique et aux points d'émergence des branches fémorales.

La suractivité que les sections donnent aux nerfs ne se manifeste pas seulement par des secousses musculaires plus hautes, mais encore par des phénomènes électrotoniques plus énergiques.

Il s'ensuit de cette influence de la section, que l'on peut, par des excitations répétées, faire reparaître l'excitabilité affaiblie et épuisée complètement en apparence.

Le nerf sectionné, en voie de dépérissement, présente, en chaque point de son étendue, une légère augmentation d'excitabilité qui précède la perte définitive des propriétés motrices. Il en résulte que la loi des secousses du nerf dépérissant est identique à la loi des secousses du nerf frais excité par des courants de force croissante.

Interprétant ces divers phénomènes, M. Charbonnel-Salle pense qu'ils ne sont pas dus aux effets de l'excitation électrique, mais qu'ils tiennent à l'excitabilité propre du tissu nerveux. Il est probable que l'électricité ne produit pas dans le tissu des polarisations secondaires et électrotoniques qui modifient la réaction motrice. En effet, quelques physiologistes ont vu cette même augmentation d'excitabilité consécutive à la section se produire aussi après des excitations mécaniques.

M. Charbonnel-Salle, employant le condensateur pour provoquer les excitations électriques, a vu que l'accroissement de l'intensité de l'excitant accroît la hauteur des secousses jusqu'à une certaine limite. La durée des contractions augmente aussi avec l'intensité de l'excitant, quand on a atteint le maximum de hauteur de la secousse. Ainsi, dit M. Charbonnel-Salle, à partir de la secousse minima, la hauteur et la durée vont en augmentant, jusqu'à ce que la pre-

(1) Ce travail a paru aussi dans les *Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. XII, p. 1-110.

mière atteigne son niveau le plus élevé. La durée seule de la secousse continue alors sa marche progressive.

Les courants ascendants faibles agissent plutôt que les courants descendants de même intensité ; puis, si l'on fait croître l'intensité de l'excitation, les deux courants ascendant et descendant provoquent deux réactions égales. Enfin, l'intensité augmentant toujours, le courant ascendant cesse définitivement de produire des secousses.

Le sens du courant ne paraît donc pas avoir cette influence prédominante que quelques physiologistes lui ont attribuée. C'est parce que les points excités sont inégalement excitables qu'on constate ces différences.

Un autre phénomène, sur lequel M. Charbonnel-Salle a porté son attention, c'est celui que les physiologistes allemands ont appelé la *lacune*. La lacune consiste en ceci : que des excitations électriques d'intensité graduellement croissante provoquent des secousses croissantes; puis, quoique le courant continue à croître, des secousses nulles; puis, le courant croissant encore, des secousses très fortes. Ce fait paradoxal a été constaté aussi par M. Charbonnel-Salle. Il rejette l'hypothèse d'une double excitation produite par une fermeture et une ouverture condensées en un courant instantané. Il est vrai qu'il propose une autre hypothèse : c'est que l'électrotonus modifie l'excitabilité du nerf. Ainsi, si l'électrotonus diminue l'excitabilité, s'il vient à croître plus vite que l'excitation, il en résultera qu'à un certain moment l'excitation se trouve annulée, pour ainsi dire, par l'électrotonus, de sorte que la réaction produite est nulle.

Enfin, l'électrotonus a été aussi étudié au moyen de l'électromètre de Lippmann. L'auteur a pu voir que les courants électriques, quelque brefs qu'ils soient, développent une variation électrotonique très étendue. Il est très important de constater qu'un courant instantané suffit pour développer des phénomènes de polarisation dans le tissu des nerfs. Que l'application du courant soit prolongée ou instantanée, on voit, aussi bien dans un cas que dans l'autre, se développer l'état électro-tonique.

M. Charbonnel-Salle a encore étudié l'excitabilité des nerfs aux courants rigoureusement transversaux, et il a cru constater que ces courants transversaux développent un courant électrotonique très intense, et que c'est peut-être par suite de ce courant de polarisation qu'on peut, avec une excitation transversale, déterminer une excitation du nerf moteur.

Il était aussi assez important d'analyser l'influence de la surface plus ou moins grande du condensateur. Le condensateur à grande surface produit des effets physiologiques identiques à l'excitation de fermeture d'un courant continu. Le condensateur de surface dix fois moindre produit des effets analogues à ceux des courants d'induction.

En somme, ce travail de M. Charbonnel-Salle est entrepris avec une précision toute scientifique, qui fait honneur au laboratoire de Lyon.

VARIÉTÉS

L'association médicale anglaise.

La *British medical Association* vient d'atteindre l'âge de cinquante ans : à cette occasion, le *British medical Journal*, organe de l'Association, publie un intéressant travail historique sur les sessions passées, sur les principaux travaux qui y furent présentés et sur les discussions célèbres dont elles furent le théâtre.

C'est en 1832 que fut fondée l'Association. Une cinquantaine de médecins se réunirent à Worcester, sous la présidence d'Édouard Johnstone. Le docteur Hastings fit un discours d'ouverture dans lequel il déclara que le temps était venu de fonder une association médicale provinciale. Les médecins n'étaient pas assez unis en corps : ils avaient besoin de se grouper pour pouvoir lutter avec avantage contre les charlatans et autres ennemis de la médecine; leur position n'était pas celle qu'ils devaient occuper; dans leur intérêt social aussi bien que moral et scientifique, les médecins devaient donc unir leurs forces, au lieu de les laisser isolées et sans emploi. Au point de vue scientifique, l'Association devait se proposer pour but :

1° De réunir les faits et documents médicaux pour les porter à la connaissance du public médical;

2° De créer la topographie médicale de l'Angleterre, au moyen de statistiques, monographies, enquêtes médicales, etc.;

3° D'étudier les aspects locaux que peuvent revêtir les grandes endémies et épidémies, d'y rattacher des conditions géologiques, climatériques des endroits où celles-ci se manifestent, et l'étude des occupations et de l'hygiène des individus qu'elles atteignent ;

4° De faire avancer la médecine légale au moyen de résumés portant sur les cas soumis aux tribunaux et sur les solutions qui y ont été apportées ;

5° De maintenir l'honorabilité et la *respectability* des hommes de la profession en créant entre eux des rapports suivis, en maintenant l'harmonie et l'entente qui doit régner entre tous ceux qui s'adonnent à une profession libérale..

Pour atteindre ce but multiple, d'une incontestable utilité et fort honorable pour ceux qui se le proposaient, le docteur Hastings émit l'avis de tenir chaque année une réunion générale des membres et de changer chaque année le lieu du rendez-vous.

L'Association fut donc fondée en 1832, principalement grâce aux efforts du docteur Hastings ; les membres étaient au nombre de 140, et l'organisation fut dès lors décidée. Chaque année, un membre devait faire un rapport sur l'état et les progrès de la médecine depuis l'année précédente, ou prononcer un discours sur un sujet médical quelconque.

La première réunion annuelle (la seconde, en réalité, si l'on compte la réunion d'organisation) eut lieu en 1833, à l'infirmerie de Bristol; l'Association comptait 316 membres;

son président était Andrew Carrick. Le conseil de la Société décida qu'à l'exemple de l'Association anglaise pour l'avancement des sciences, des membres seraient nommés chaque année pour faire des rapports sur les branches de l'art médical. A deux membres fut confié le soin de faire un rapport sur l'état actuel des connaissances anatomiques; à deux autres, celui d'exposer les connaissances acquises sur la chimie des liquides du corps dans leurs rapports avec la pathologie. Le conseil décida également que certains membres seraient chargés de se mettre en rapport avec des médecins étrangers éminents afin d'en obtenir communication des progrès de la médecine. Ceux-ci pourraient être nommés membres honoraires de l'Association. Les secrétaires de l'Association furent chargés d'écrire à un comité spécial élu par les Chambres des communes, chargé d'examiner les registres paroissiaux, une lettre par laquelle ils félicitaient la Chambre de cette innovation et lui soumettaient l'avantage qu'il y aurait à étudier, à l'aide des documents ainsi fournis, les causes des décès, au point de vue de l'hygiène générale. La mesure prise par la Chambre était, en effet, très judicieuse, et l'avis émis par l'Association fort juste. Dans cette même réunion, il fut encore décidé qu'au moyen de souscriptions volontaires on créerait un fonds dont les intérêts serviraient à établir un prix annuel. Mille francs furent souscrits : c'était insuffisant, aussi l'idée fut-elle abandonnée pour un temps.

En 1834, réunion à Birmingham, sous la présidence du docteur Johnstone. A Birmingham, fut émise, pour la première fois, l'idée d'établir une Société de bienfaisance médicale : un comité spécial fut chargé d'étudier la question et de présenter un rapport sur ce sujet à la prochaine réunion.

En même temps, le conseil recommanda un usage qui amena plus tard la création de sections locales; il engagea les divers membres de l'Association habitant une même ville à se réunir de temps à autre, pour se communiquer mutuellement les faits médicaux les plus importants, aussi bien que pour créer entre eux des rapports suivis.

En 1835, réunion à Oxford, sous la présidence du docteur Kidd. Le nombre des membres était alors de 500. La création de la Société de bienfaisance fut décidée ; elle avait pour but d'amener la formation, par souscription, d'un capital destiné : 1° à aider les membres incapables, par suite de maladie ou d'autres causes, d'exercer leur art et de subvenir à leurs besoins; 2° à secourir les veuves et orphelins des membres décédés; 3° à venir au secours des détresses passagères; 4° à être mis en partie à la disposition des membres nécessiteux sous forme de prêts. Le comité chargé, à la précédente réunion, d'étudier la possibilité de former une bibliothèque, repoussa cette idée par suite de l'impossibilité d'en mettre les volumes à la disposition de tous les membres. Un comité fut nommé à la même réunion pour étudier les moyens de procurer aux pauvres le secours médical d'une façon plus satisfaisante. Cette même année 1835 vit se former une première section locale (dite de l'Est) de laquelle firent partie les médecins du Cambridgeshire, du Norfolk, du Suffolk et de l'Essex; une autre se forma à Worcester.

En 1836, réunion à Manchester, sous la présidence du docteur E. Holme. L'Association compte 600 membres.

L'Association locale de l'Est fusionna avec la Société tout en persistant sous forme de section locale ; des sections se formèrent encore à Wells, Bath et Southampton. L'organisation de la Société de bienfaisance et de l'Assistance médicale des pauvres fut l'objet d'études et de rapports importants.

En 1837 (Cheltenham : président, M. Boisragon), l'Association comptait 940 membres; en 1838 (Bath : président, M. Barlow), 1080. Les sections locales augmentaient de nombre. Un prix fut proposé pour l'étude des fièvres persistantes ordinaires.

En 1839, l'Association se réunit à Liverpool (président : M. Jeffreys). Elle demanda qu'un seul corps eût autorité, dans chaque partie du royaume, pour examiner les candidats à la pratique de la médecine et pour délivrer les diplômes conférant les droits de ce faire. Il se fit, cette même année, une sorte d'association avec deux sociétés nouvelles, l'une anglaise, l'autre irlandaise, ayant le même but que la *British provincial medical Association*. Un rapport intéressant fut lu sur le charlatanisme en médecine en Angleterre et sur la vaccination. L'Association demanda la nomination, dans chaque district, de vaccinateurs rétribués convenablement et tenant un compte exact de leurs opérations. Cette dernière mesure — qui n'est pas encore appliquée d'une façon complète et irréprochable en France — était des plus judicieuses.

En 1840, réunion à Southampton, sous la présidence du docteur Steed. Le prix Thackeray (sur les fièvres) fut décerné au docteur Davidson. Huit travaux avaient été présentés.

L'Association continua, comme par le passé, à travailler à la réforme des lois sur le secours médical à donner aux pauvres.

En 1841, réunion à York, sous la présidence du docteur Goldie.

L'Association compte 1250 membres. C'est à York que fut faite la première allusion à la création du journal qui devint l'organe officiel de l'Association.

La session de 1842 comptait 1350 membres ; elle se tint à Exeter, sous la présidence du docteur H. James. Un rapport fut adressé au secrétaire d'État pour lui exposer les réformes à introduire dans le système des secours médicaux.

En 1843, réunion à Leeds sous la présidence du docteur W. Hey; 1628 membres faisaient partie de l'Association. Rien de particulier à noter pendant cette année.

En 1844 (Northampton : président, docteur Robertson; 1784 membres), la création des branches locales continue; un comité est nommé pour étudier les moyens d'organiser une école pour les fils de médecins. En outre, deux membres furent chargés de présenter l'opinion de l'association au comité gouvernemental nommé pour étudier les questions des secours médicaux aux pauvres. Ils avaient pour mission de demander la séparation de l'administration relative au secours médical des pauvres de celle des *Poor-Laws*, et la création d'un corps chargé de fournir ces secours d'une

façon régulière et organisée. Le comité de bienfaisance continua comme par le passé à exercer sa charité de la manière exigée par les règlements.

En 1845, la réunion eut lieu à Sheffield, sous la présidence du docteur Favell. L'Association comptait 1927 membres.

En 1846, elle se réunit à Norwich sous la présidence du docteur Grosse. Parmi les mémoires importants, signalons celui du docteur Firth, mentionnant la présence de l'arsenic dans le sol de Norwich, et l'importance de ce fait au point de vue médico-légal. L'établissement de l'école projetée pour les fils de médecins ayant été reconnu impossible, l'idée fut abandonnée.

En 1847, réunion à Derby sous la présidence du docteur Heygate. Le nombre des membres est de 1858. Le docteur Walsh fit une communication sur l'inhalation de l'éther. La question de l'exercice illégal de la médecine fut longuement discutée, de même que celle de la situation à faire aux médecins chargés de secourir les pauvres.

Rien de particulier à noter en 1848, 1849, 1850 et 1851. En 1852, quelques modifications furent apportées dans le mode de publication du journal. Rien de particulier en 1853.

En 1854, à Manchester (2227 membres), M. Conolly lut un mémoire sur le « no-restraint », système dans le traitement de la folie. L'association qui renfermait à cette époque un grand nombre de membres habitant Londres pensa qu'il serait bon de changer de nom, et, cessant d'être purement provinciale, comme au début, de prendre le nom de *British medical association*. Cette motion ne passa cependant qu'en 1856.

En 1857, l'association fut appelée, dans la personne de sir Charles Hastings, à donner son avis sur un *bill* de réforme médicale. En 1858, à Édimbourg, l'association eut la satisfaction de voir que le bill présenté en grande partie et élaboré par elle, avait passé et acquis force de loi. En même temps, l'association lutta énergiquement contre les homœopathes qu'elle se refusait à considérer comme des médecins. En 1860, à Torquay, il fut décidé qu'une étude spéciale des hôpitaux serait faite par un comité nommé dans ce but.

En 1862, à la session de Londres, l'association demanda un bill pour l'enregistrement des décès et naissances en Irlande.

En 1864, l'association comptait 2422 membres et se réunit à Cambridge sous la présidence du docteur E. Paget.

En 1865, à Leamnigton, l'association demanda une enquête gouvernementale sur le cancer et ses causes inhérentes à l'état social et à l'habitat. D'importantes questions de déontologie médicale furent discutées.

En 1866, l'association perdit son fondateur, sir Charles Hastings; la même année, le *British medical journal* passa des mains de M. Markham, son éditeur, dans celles du docteur Ernest Hart, son éditeur actuel.

En 1867, réunion à Dublin; l'association compte 3382 adhérents. Pour la première fois, on constitua des sections différentes, au lieu de tenir des séances plénières et générales. Il y eut une section de médecine, une de chirurgie, une de physiologie et une de gynécologie. Un bulletin quotidien fut également publié pendant la durée de chaque session, à partir de celle de Dublin.

En 1868, réunion à Oxford : 3627 membres. On y décida qu'à chaque réunion, il y aurait une exposition d'instruments nouveaux, de préparations anatomiques, d'ouvrages récents, etc., etc., destinée à rendre palpables et accessibles à tous les progrès faits depuis la session précédente dans les différentes branches de la science médicale.

En 1869, l'association compte 4095 adhérents; en 1870, elle en compte 4258. Les sections sont portées au nombre de 6 : médecine, chirurgie, physiologie, gynécologie, hygiène publique et psychologie. Le comité nommé pour étudier la question de l'enregistrement des maladies présente un rapport important ; il fut décidé que ce rapport serait soumis au président du conseil des *Poor-Laws* afin de faire mettre en pratique les dispositions proposées.

En 1871, à la réunion de Plymouth, l'association eut la satisfaction de voir adopter par le gouvernement ses vues sur l'enregistrement des maladies. Comme par le passé, le comité chargé de surveiller les bills présentés au parlement, et concernant l'hygiène publique et l'art médical en général, continuait à étudier ces bills et à donner son avis sur ces sujets.

Rien de spécial à noter en 1872 et 1873. En 1874, l'association compte 5443 membres ; elle se fait incorporer afin de pouvoir protéger efficacement sa propriété et agir devant les tribunaux en personne légale. Le docteur Bennett lut un intéressant mémoire sur l'antagonisme des médicaments.

A Édimbourg, en 1875, l'association compte 6112 adhérents ; elle s'occupe activement des restrictions légales à apporter contre l'ivrognerie, à cause des rapports de celle-ci avec la folie. Un comité est nommé pour faire l'étude comparée des divers agents anesthésiques.

En 1877, il y a 7147 adhérents. En 1878, l'association décide qu'aucune dame ne sera éligible comme membre titulaire.

En 1879, il y a 7810 membres. Le comité des subventions, pour aider aux recherches scientifiques, a accordé 351 livres sterling, près de 9000 francs.

En 1880, réunion à Cambridge : 8052 adhérents. En 1881, elle eut lieu dans l'île de Wight : 9202 adhérents. On y décida de faire faire le buste de sir Charles Hastings, le fondateur de l'association, pour l'offrir à Worcester, la ville de sa résidence ; en outre, l'association décida, entre autres, que les vivisections, si souvent attaquées et poursuivies en Angleterre, sont indispensables à la science et qu'il y a lieu de continuer à les pratiquer dans l'intérêt même de l'humanité. La cinquantième session se tiendra à Worcester, au mois d'août prochain, sous la présidence du docteur Strange.

Ce qui frappe dans l'histoire de cette association, à part sa rapide extension, l'importance de ses travaux et l'excellence de son organe officiel, aujourd'hui le premier journal médical anglais, c'est la rapidité avec laquelle ce corps nullement officiel en est venu à intervenir dans les questions gouvernementales relatives à la médecine en général et à se faire écouter favorablement ; cela est autant à l'honneur de l'association qu'à celui du gouvernement.

Le comité chargé de surveiller les bills présentés au parlement et d'en apprécier l'utilité fut nommé en 1864 ; il n'a pas cessé de fonctionner dès lors. Les questions qu'il a étudiées sont des plus variées : citons, par exemple, celles des maladies contagieuses et syphilitiques, de la régularisation de la pratique pharmaceutique, du service médical dans l'armée en Angleterre et dans les Indes, du service médical de la marine, des asiles d'aliénés, du secours médical aux pauvres, des *Poor-Laws,* de la législation sanitaire, de la vaccination, des logements ouvriers, de la protection des enfants en bas âge, de la falsification des denrées alimentaires, de l'éducation et de l'immatriculation des sages-femmes, de l'enregistrement des naissances et décès, de la vivisection, de l'exercice de l'art dentaire, etc., etc. Chacune de ces questions a été étudiée, discutée; chacune a été l'objet d'un mémoire adressé aux autorités compétentes et à la Chambre, donnant l'avis de l'association, approuvant ou combattant le projet proposé.

On ne peut qu'admirer la *British medical Association,* en considérant ses origines, son but et son influence. Les associations scientifiques de ce genre sont utiles, non seulement à la science, mais à l'honorabilité des membres qui les constituent, et à la généralité de la nation à laquelle elles appartiennent.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 12 JUIN 1882.

Nominations. — M. *Schlœsing* est nommé membre de la section d'économie rurale en remplacement de feu M. Decaisne.

M. le président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Cornalia,* correspondant de la section d'économie rurale, décédé le 8 juin 1882.

M. Milne-Edwards rappelle les travaux de M. Cornalia, ses observations sur la maladie des vers à soie que M. de Quatrefages a nommé la *pébrine;* son livre sur l'anatomie et la physiologie du bombyx du mûrier, etc., etc.

Mathématiques. — M. *H. Résal :* Sur un point de la théorie mathématique du jeu de billard.

— M. *J.-S. Vanecek :* Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.

Astronomie. — M. *Lœwy,* délégué par le bureau des longitudes, expose un programme des travaux astronomiques à effectuer par l'expédition scientifique envoyée au pôle sud.

— M. *Mouchez* fait remarquer que, quel que soit le petit nombre de chances que l'on ait d'avoir un temps suffisamment clair en décembre pour faire une bonne observation du passage de Vénus au cap Horn, il y aurait grand intérêt à profiter de la présence d'une mission scientifique en ce lieu et à donner au personnel qui la compose la possibilité de faire cette observation si le temps était favorable le 6 décembre.

Physique du globe. — M. *A. Angot* expose un programme des observations météorologiques et magnétiques à effectuer dans l'expédition du cap Horn.

Histoire naturelle. — M. *E. Blanchard* fait remarquer aux naturalistes de la mission du cap Horn combien seraient intéressants les résultats d'une exploration zoologique vraiment satisfaisante de la Terre de Feu et des îles adjacentes.

— M. *Duchartre* donne à la mission du cap Horn quelques instructions relatives à la flore marine antarctique.

— Géologie. — MM. *Daubrée* et *des Cloizeaux* donnent également aux membres de cette mission scientifique des instructions géologiques.

— M. *A. Torcapel* revient sur sa note du 22 mai 1882 et insiste principalement cette fois sur les alluvions sous-basaltiques des Coirons (Ardèche).

— MM. *G. Lemoine* et *A. de Préaudau* nous font craindre un abaissement probable des eaux courantes dans le bassin de la Seine pendant l'été et l'automne de 1882.

Physique.— M. *Marcel Deprez* donne les résultats de nombreuses expériences qu'il a faites sur des machines dynamo-électriques et dit qu'il a été frappé de ce fait que la force électromotrice développée dans l'anneau de ces machines, non seulement ne croît pas infiniment avec l'intensité du courant qui traverse les électro-aimants inducteurs, mais encore finit même par diminuer très notablement quand le courant engendré augmente de plus en plus. Pour ce physicien, le seul moyen d'atténuer, dans une certaine limite, le défaut inhérent à ces machines consiste dans l'emploi : 1° d'inducteurs très puissants, entourés d'une *quantité de* fils modérée; 2° de balais à calage variable.

— MM. *E. Bichat* et *R. Blondlot* présentent une note sur les oscillations du plan de polarisation par la décharge d'une batterie et sur la simultanéité des phénomènes électrique et optique.

— M. *Carré* fait connaître un avertisseur électrique d'incendie.

Chimie. — MM. *Berthelot* et *Hosvan* donnent les résultats généraux qui découlent des expériences qu'ils ont exposées dans la dernière séance de l'Académie, sur la formation des sels doubles par fusion ignée et sur leurs rôles dans les réactions chimiques.

Un certain nombre de systèmes, formés par l'association ignée de deux sels, présentent une chaleur de dissolution moindre que la somme de celles des composants, la réaction réciproque des deux solutions donnant des effets thermiques négligeables; dès lors, la chaleur de combinaison des deux sels à la température ordinaire est positive.

Un grand nombre de systèmes, formés par l'association ignée de deux sels, présentent au contraire une chaleur de dissolution plus grande que la somme de chaleur des composants ; avec le temps l'inégalité va le plus souvent en diminuant, parfois jusqu'à zéro, c'est-à-dire que les systèmes sont instables. La stabilité des systèmes ainsi formés, après refroidissement, dépend de leur état vitreux et de diverses autres conditions. La durée en est très variable. La pulvérisation accélère les décompositions. Cependant il est des sels doubles qui peuvent durer pendant un temps très long malgré le caractère endothermique qu'ils prennent par le refroidissement. Les faits que ces auteurs ont observés montrent

d'abord que la chaleur dégagée lorsque le système acquiert son état définitif est beaucoup moindre, en général, pour les sels simples que pour les systèmes formés par la fusion de deux sels mélangés : circonstance qui paraît une conséquence de l'existence, à la température de la fusion, de sels doubles véritables, appartenant aux mêmes types chimiques que les chlorures doubles, chlorobromures, sulfates doubles, carbonates doubles, dont l'existence est définie par leur formation exothermique à la température ordinaire.

On conçoit que l'association de deux sels simples puisse donner lieu à certaines combinaisons qui demeurent exothermiques à la température ordinaire; tandis que d'autres combinaisons des mêmes sels, en proportion différente, deviennent endothermiques pendant le refroidissement. Il faut remarquer que la formation de certains sels doubles endothermiques étant anhydres et à la température ordinaire peuvent devenir exothermiques avec leur eau de cristallisation; le sel double anhydre pouvant se former d'ailleurs avec dégagement de chaleur dans l'état de fusion ignée.

Les sels doubles de divers genres jouent un rôle important dans un grand nombre de réactions opérées par voie sèche. On obtient par voie de fusion ignée des sels doubles dont la dissociation et les décompositions reproduisent leurs composants cristallisés.

Les principes qui règlent cet ordre de réactions par voie sèche sont exactement les mêmes que ceux qui règlent les réactions par voie humide. Dans ces deux cas, les équilibres résultent de l'intervention de composés secondaires existant à l'état de dissociation partielle. Ces réactions et ces équilibres sont les conséquences normales des principes thermochimiques.

— M. *Berthelot* fait remarquer que, dans l'électrolyse, les couples zinc-charbon et zinc-platine ne peuvent être assimilés dans le calcul des quantités de chaleur développées par les réactions; car la chaleur dégagée par l'attaque du zinc et de l'acide n'est pas la même avec le charbon, celui-ci exerçant des réactions propres et compliquées.

— M. *Debray* présente un travail qu'il avait commencé avec feu *Sainte-Claire Deville* sur les alliages explosifs du zinc et des métaux du platine.

Comme on ne peut diviser mécaniquement les osmiures, il faut avoir recours à un artifice. On les fait fondre en les maintenant quelques heures dans vingt-cinq parties de zinc ne fusion, et après avoir volatilisé le zinc il reste une masse spongieuse facile à diviser et à attaquer par le mélange d'azotate de baryte et le bioxyde de barium. Il est facile ensuite d'éliminer la baryte et de faire l'analyse de l'osmiure.

Cherchant l'action du zinc dans ces combinaisons, ces auteurs ont trouvé que l'osmium était le seul des métaux du platine qui ne retenait pas de zinc quand on traite son alliage à grand excès de zinc par un acide capable de dissoudre ce métal; les autres en retiennent en moyenne 1/10 et restent à l'état de métaux particuliers, qui semblent être une modification allotropique des véritables alliages à apparence métallique.

L'action du zinc sur l'osmiure d'iridium se trouve expliquée.

La chaleur dégagée dans la combinaison iridium-zinc étant supérieure à celle dégagée par la combinaison osmium-iridium, l'osmiure est détruit par le zinc, il se dissout et peut cristalliser dans l'excès de métal; mais les autres métaux restent unis au zinc. C'est le résidu de l'action de HCl sur l'osmiure d'iridium à excès de zinc, qui constitue la matière explosible. La chaleur dégagée est vraiment énorme, il y a incandescence de toute la masse métallique.

— M. *A. Ditte* avait déjà montré que la décomposition des sels par les liquides s'effectue suivant des lois bien déterminées qui la mettent au nombre des phénomènes de dissociation que H. Sainte-Claire Deville a bien découverts. M. Ditte étudie aujourd'hui le cas particulier où le liquide considéré est une matière fondue. La connaissance de ce qui se produit dans ces circonstances peut contribuer à expliquer certains faits naturels; elle peut montrer, par exemple, comment des minéraux formés des mêmes éléments, mais dans des proportions diverses, ont pu se former par le même dissolvant en fusion.

— M. *H. Baubigny,* continuant ses études sur les actions de l'hydrogène sulfuré, sur les solutions de sulfate acide de nickel, recherche dans une nouvelle note l'influence de la chaleur.

— MM. *Gauthier* et *Étard,* continuant leur étude sur le mécanisme de la fermentation putride des matières protéiques, font remarquer que, dès le début, on trouve, outre les produits déjà connus, une masse de glucoprotéines et de substance protéique soluble qui ne disparaît que lentement. Cette putréfaction, malgré sa complexité apparente, s'explique par cette seule considération que la formation putride dissèque la molécule albuminoïde en procédant par simple hydratation et mettant ainsi en évidence les noyaux multiples entrant dans la constitution de la molécule protéique qui se désagrège ; c'est un mode puissant de dédoublement des albuminoïdes par hydratation. Il faut donc que les corps aromatiques observés et les bases que ces auteurs ont rencontrés préexistent à l'état de noyau dans la molécule albuminoïde. L'existence de l'indol et des bases pyridiques et hydropyridiques dans les produits dérivés des albuminoïdes par hydratation putréfactive oblige à admettre, pour plusieurs des radicaux de la molécule protéique, les liaisons de l'azote et du carbone qui caractérisent les séries homologues de C^5AzH^5 et C^5AzH^7.

— M. *A. Béchamp,* à propos du mémoire présenté, le 22 mai à l'Académie, par MM. Paul Bert et Regnard, refait l'historique de l'action décomposante que certaines substances organisées exercent sur l'eau oxygénée.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — M. *P. Gibier,* se fondant sur ces deux faits que la température de 37° à 38° est la plus favorable pour le développement des bactéries, et que M. Pasteur était parvenu à inoculer le charbon à des oiseaux en les refroidissant, alors qu'ils ne peuvent le contracter à la température ordinaire, M. Gibier a pu rendre charbonneuses cinq grenouilles sur vingt inoculées et placées dans de l'eau à la température de 35° à 37°. Des expériences de M. Gibier il résulte que le charbon n'a pris que sur les grenouilles qui jeûnaient depuis quelque temps, qu'il a pris plus facilement chez les grenouilles qui ont été placées brusquement dans l'eau tiède que chez celles qu'on avait préalablement acclimatées ; enfin, qu'il n'a pu se développer sur des grenouilles nouvellement capturées ni sur celles qui avaient été jadis inoculées à froid.

Ces faits font ressortir l'importance, pour la réceptivité des maladies infectieuses, des conditions d'aptitude morbide à l'organisme chez un animal physiologiquement réfractaire.

— M. Rodet, pour rechercher le mécanisme d'absorption des virus par les plaies, inocula de la matière charbonneuse très active au bout de l'oreille de douze lapins et, un quart d'heure après, coupa cet organe à 1 centimètre pour les quatre premiers lapins, à trois centimètres pour quatre autres et à la base aux quatre derniers. Les quatre premiers moururent, ainsi que trois de la deuxième série, et un seul de la dernière série. L'autopsie de ces animaux a montré que le processus charbonneux avait pris chez six lapins la voie lymphatique, chez un la voie sanguine, et enfin chez un, une voie mixte.

M. Rodet en conclut que : 1° l'absorption par les vaisseaux sanguins est très rare, même dans les plaies où l'on penserait *a priori* qu'elle doit être facile ; 2° l'absorption mixte, à la fois par les voies sanguines et lymphatiques, est relativement rare ; 3° enfin, dans la très grande majorité des cas, l'absorption se fait par les vaisseaux lymphatiques.

Ces conclusions paraissent être un puissant encouragement pour l'intervention chirurgicale, si l'on n'a guère à craindre la terrible rapidité d'infection, résultant d'un transport par la circulation sanguine, et si, presque toujours, le virus doit suivre lentement les voies lymphatiques, on est autorisé à compter beaucoup sur l'intervention chirurgicale, quelle que soit la nature de la plaie, même plusieurs heures après une inoculation.

CHRONIQUE

Le bureau de statistique de Belgique. — M. le général Liagre, secrétaire perpétuel de l'Académie de Belgique, nous fait savoir que la commission centrale de statistique, dont M. Liagre est président, n'a pas été supprimée, comme il a été dit par erreur dans notre Revue de statistique.

La dotation annuelle n'a jamais été l'objet d'aucune réduction. Le budget du département de l'intérieur dont le détail parait tous les ans au *Moniteur* est là pour le prouver.

— Faculté des sciences de Paris. — Aujourd'hui samedi 24 juin, à dix heures, dans la salle des examens, M. Koenigs soutiendra, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : Sur les propriétés infinitésimales de l'espace réglé.

Le gérant : Félix Alcan.

SEMAINE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

Le projet de budget de la ville de Paris pour l'exercice de 1883 vient d'être déposé sur le bureau du conseil municipal par M. le préfet de la Seine.

Comme les années précédentes, ce document établit l'excellente situation financière de la capitale.

Tous les services municipaux sont largement dotés, la plupart reçoivent des allocations supérieures à celles de l'année 1882, et, non seulement l'élévation des recettes permet de faire face à toutes ces dépenses, mais encore le budget comprend, sous le titre de « fonds de réserve », un chapitre s'élevant à plus de 10 millions.

Ce fonds de réserve, ordinairement employé aux dépenses non prévues, dépasse de beaucoup les dépenses probables, et l'on peut estimer qu'après le règlement du budget de 1883, il restera encore un excédent d'au moins 7 à 8 millions ; de plus, les recettes de l'octroi sont prévues pour 140 millions ; or, en 1882, elles ont donné un total de 148 millions ; il y a là, en réalité, une réserve de 7 à 8 millions que l'on retrouvera au budget rectificatif prochain.

C'est donc environ une somme de 15 millions que l'on peut considérer comme excédant normalement les dépenses ordinaires de la ville de Paris.

Cet excédent pourrait servir soit à gager un emprunt de 300 millions, soit à dégrever les contribuables, soit à entreprendre de grands travaux.

Le 20 juin a eu lieu l'assemblée générale des actionnaires du Crédit foncier de France. On sait que cette réunion avait pour but de statuer sur les modifications à apporter aux statuts par suite du projet d'absorption de la Banque hypothécaire.

Le traité intervenu a été accueilli avec faveur par les actionnaires, après une allocution du gouverneur. Les résultats du scrutin ont donné satisfaction aux défenseurs du projet, qui a été voté à la presque unanimité.

Voici les résolutions votées :

« 1° L'assemblée générale approuve le traité conditionnel passé avec la Banque hypothécaire de France, tel qu'il vient de lui être soumis, et dont copie sera insérée au procès-verbal.

« Et en conséquence, elle accepte, pour le Crédit foncier de France, le mandat de liquidateur de la Banque hypothécaire de France dans les termes et les conditions prévus au traité ;

« 2° Approuve les modifications à apporter aux articles 1, 2, 3, 4, 5, 24, 28, 51, 58, 59, 76 et 89 des statuts du Crédit foncier. »

Avant la fin de l'assemblée du Crédit foncier, on connaissait déjà les résultats de l'assemblée des actionnaires de la Banque hypothécaire, qui avaient à statuer sur la même question. Par 1453 voix contre 223 voix, les actionnaires de la Banque hypothécaire ont ratifié le traité intervenu, malgré la vive opposition d'un actionnaire qui trouvait que la combinaison était trop favorable au Crédit foncier.

En somme, la question est tranchée par les principaux intéressés, et il ne reste plus à obtenir que la sanction des pouvoirs publics.

A partir du 1er juillet, les receveurs percepteurs de Paris et les percepteurs de la banlieue sont chargés de payer pour le compte du payeur central de la dette publique les arrérages des rentes sur l'État, les traitements de la Légion d'honneur et les pensions de la médaille militaire.

Lacroix.

AVIS

RENOUVELLEMENT D'ABONNEMENT DU 1er JUILLET.

Les abonnés dont l'époque de renouvellement échoit à la fin de juin et qui désirent à cette occasion changer les conditions de leur souscription et profiter des avantages que leur présente, soit l'abonnement d'un an, s'ils ne sont abonnés qu'au semestre, soit la souscription aux deux Revues *Scientifique* et *Politique et Littéraire*, sont priés d'en avertir immédiatement MM. Germer Baillière et Cie.

Tous les bureaux de poste de France et de l'étranger étant autorisés à recevoir les abonnements, l'administration des Revues prend à sa charge la remise perçue par l'administration des postes. Nos abonnés des départements n'ont donc qu'à verser, au bureau de poste de leur résidence, le montant de leur abonnement, tel qu'il est annoncé sur la couverture.

Les abonnés qui, d'ici au 30 juin, n'auront fait parvenir aucun avis au bureau de la *Revue*, seront considérés comme désirant continuer leur abonnement dans les mêmes conditions. En conséquence, ils recevront par l'entremise des porteurs, soit à Paris, soit dans les départements, une quittance analogue à celle qui leur a été déjà remise lors de leur première souscription.

PARIS. — Impr. A. QUANTIN, 7, rue Saint-Benoît. [1146]

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXIX (IIIe DE LA TROISIÈME SÉRIE)

JANVIER 1882 A JUILLET 1882

PSYCHOLOGIE.

STATISTIQUE.

THÉRAPEUTIQUE.

TRAVAUX PUBLICS.

VARIÉTÉS.

ZOOLOGIE.

REVUE DES SCIENCES.

CORRESPONDANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS.

BIBLIOGRAPHIE.

Causerie bibliographique.

Publications nouvelles.

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux.

CHRONIQUE.

ENSEIGNEMENT PUBLIC ET CONGRÈS SCIENTIFIQUES

ENSEIGNEMENT PUBLIC.

Séance publique annuelle des cinq académies.

Collège de France.

Thèses pour le doctorat de la Faculté des sciences de Paris.

Faculté des sciences de Montpellier.

Faculté de médecine de Paris.

Conservatoire national des arts et métiers.

Société de géographie.

Société de géographie commerciale.

École d'anthropologie.

Société d'anthropologie de Lyon.

Association britannique.

Université de Liège.

Université de Leipzig.

Muséum de Rio-Janeiro.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES.

Association scientifique de France.

Congrès international des électriciens.

Conférences faites à l'Exposition d'électricité.

Congrès des Sociétés savantes.

Association des médecins militaires allemands.

Congrès médical international de Londres.

Société des médecins et chirurgiens de New-York.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

Tome XXIX. — Janvier 1882 à Juillet 1882.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE PREMIER SEMESTRE DE LA DEUXIÈME ANNÉE

Troisième série. — Tome XXIX

JANVIER 1882 A JUILLET 1882

A

B

C

D

E

F

G

H

I

T

U

V

W

Z

Paris. — Imp. A. Quantin, 7, rue Saint-Benoît. [1146]

3 gal
157+

